



## МОДУЛЬ "ОБЩАЯ ФИЗИКА" Атомная физика рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Экспериментальной физики**

Учебный план b030302-ЦифрТех-19-1.plx  
03.03.02 ФИЗИКА  
Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180  
в том числе:  
аудиторные занятия 96  
самостоятельная работа 57  
часов на контроль 27

Виды контроля в семестрах:  
экзамены 5

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	Неделя 17,3			
Вид занятий	уп	рпд	уп	рпд
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	32	32	32	32
Практические	32	32	32	32
Итого ауд.	96	96	96	96
Контактная работа	96	96	96	96
Сам. работа	57	57	57	57
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

Доцент Заводовский А.Г.



Рабочая программа дисциплины

**Атомная физика**

разработана в соответствии с ФГОС:

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

составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА

Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

утвержденного учёным советом вуза от 20 июня 2019 г., протокол УС №6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Экспериментальной физики**

Протокол от 17 05 2019 г. № 03/10

Срок действия программы: уч.г.

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор Ельников А.В.



Председатель УМС

К.Т.М., доцент Тараканов Д.В.

02 06 2019 г.

106/19



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью преподавания дисциплины «атомная физика» является ознакомление обучающихся со структурой атома и достижениями современной модели атома; формирование у студентов представлений о законах и методах атомной физики; выработка навыков построения физических моделей и решения практических задач; овладение методами выполнения экспериментальных исследований в составе творческой группы и методами анализа полученных результатов.
-----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.Б.07
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Оптика
2.1.2	Математический анализ
2.1.3	Электричество и магнетизм
2.1.4	Дифференциальные уравнения
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Геофизические методы исследования скважин
2.2.2	Квантовая теория
2.2.3	Методы геофизических исследований
2.2.4	Методы ядерной геофизики
2.2.5	Физика атомного ядра и элементарных частиц
2.2.6	Датчики физических полей

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>ОК-6:</b> способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
<b>ОК-7:</b> способностью к самоорганизации и самообразованию
<b>ОПК-1:</b> способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)
<b>ОПК-3:</b> способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
<b>ПК-2:</b> способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта
<b>ПК-5:</b> способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	фундаментальные понятия, законы и теории атомной физики;
3.1.2	современные методы физических исследований;
3.1.3	приемы и методы решения конкретных физических задач по атомной физике.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	использовать приемы и методы решения конкретных физических задач по атомной физике и применять их в своей практической деятельности;
3.2.2	анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований;

3.2.3	находить наиболее рациональные пути и методы решения конкретных прикладных задач по оптике в составе творческой группы.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками применения фундаментальных законов атомной физики для решения практических задач;
3.3.2	приемами современных методов теоретических и экспериментальных физических исследований;
3.3.3	методами анализа получаемых результатов в данной области физических исследований.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте практ.	Примечание
	<b>Раздел 1. Модели атома</b>						
1.1	Закономерность в спектре атома водорода. Формула Бальмера. Постоянная Ридберга. Модель атома Томсона и Резерфорда. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Модель атома водорода по Бору. Недостатки теории Бора. /Лек/	5	6	ОК-7 ОК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.5	0	Письменный опрос. (Приложение 1.)
1.2	Формула Бальмера. Постоянная Ридберга Модель атома Томсона и Резерфорда. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Модель атома водорода по Бору. Определение характеристик атома.	5	6	ОК-6 ОК-7 ОК-1 ОК-3 ПК-5	Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4Л3.1	0	Решение задач по теме "Атом водорода" из Л1.2 и Л2.3.
1.3	Линейчатый спектр атома водорода. Спектральные серии. Опыты Резерфорда. Водородоподобные системы /Ср/	5	11	ОК-6 ОК-7 ОК-1 ОК-3 ПК-2 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1	0	Решение домашних задач по теме "Атом водорода" из Л1.2, Л2.3. Подготовка к лабораторным работам.
1.4	Изучение спектров атомов водорода. /Лаб/	5	4	ОК-6 ОК-7 ОК-1 ОК-3 ПК-2 ПК-5	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	Защита отчетов по лабораторным работам. Устный опрос. (Приложение 1.)
	<b>Раздел 2. Элементы квантовой механики</b>						
2.1	Гипотеза де Бройля. Волновые свойства вещества. Принцип неопределенности. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Движение свободной частицы. Частица в прямоугольной потенциальной яме. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Квантовый гармонический осциллятор. /Лек/	5	6	ОК-7 ОК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.5	0	Коллоквиум. (Приложение 1.)
2.2	Принцип неопределенности. Уравнение Шредингера. Движение свободной частицы. Частица в прямоугольной потенциальной яме. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Квантовый гармонический осциллятор. /Пр/	5	6	ОК-6 ОК-7 ОК-1 ОК-3 ПК-5	Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4	0	Решение задач по теме "Элементы квантовой механики" из Л1.2 и Л2.3.

2.3	Принцип причинности в квантовой механике. Статистический смысл волновой функции. Квантовые переходы. /Ср/	5	11	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-2 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1	0	Решение домашних задач по теме "Элементы квантовой механики" из Л1.2 и Л2.3. Подготовка к лабораторным работам.
2.4	Изучение излучения абсолютно черного тела. Изучение внешнего фотоэффекта. /Лаб/	5	6	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-2 ПК-5	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	Защита отчетов по лабораторным работам. Устный опрос. (Приложение 1.)
<b>Раздел 3. Атомы и молекулы в квантовой механике</b>							
3.1	Атом водорода. Энергетические уровни. Уровни и спектры щелочных металлов. Спин электрона. Спиновое квантовое число. Принцип неразличимости тождественных частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Заполнение электронных оболочек. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Химические связи. Энергетические уровни молекул. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света. /Лек/	5	6	ОК-7 ОПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.5	0	Подготовка к контрольной работе
3.2	Энергетические уровни атома водорода. Уровни и спектры щелочных металлов. Спин электрона. Спиновое квантовое число. Принцип Паули. Заполнение электронных оболочек. Комбинационное рассеяние света. /Пр/	5	6	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-5	Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4	0	Решение задач по теме "Атомы и молекулы в квантовой механике" из Л1.2 и Л2.3.
3.3	Эффект Зеемана. Явление магнитного резонанса. Ширина спектральных линий. Рентгеновские спектры. Нелинейная оптика. Эффект Штарка. Спонтанное и вынужденное излучения. Квантовые генераторы. /Ср/	5	9	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-2 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1	0	Решение домашних задач по теме "Атом и молекулы в квантовой механике" из Л1.2 и Л2.3. Подготовка к лабораторным работам.
3.4	Определение резонансного потенциала методом Франка и Герца. /Лаб/	5	6	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-2 ПК-5	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	Защита отчетов по лабораторным работам. Устный опрос. (Приложение 1.)
3.5	Атомы и молекулы в квантовой модели /Контр.раб./	5	9	ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.6	0	Задачи к контрольной работе. (Приложение 1.)
<b>Раздел 4. Элементы квантовой статистики</b>							

4.1	Квантовая статистика Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в металлах. Квантовая теория теплоемкости. Фононы. Сверхпроводимость. Эффект Джозефсона. /Лек/	5	2	ОК-7 ОКП-1 ПК-5	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.5	0	Письменный опрос. (Приложение 1.)
4.2	Квантовая статистика Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в металлах. Квантовая теория теплоемкости. /Пр/	5	2	ОК-6 ОК-7 ОКП-1 ОКП-3 ПК-5	Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4Л3.1	0	Решение задач по теме "Элементы квантовой статистики" из Л1.2 и Л2.3.
4.3	Сверхтекучесть. Квантовая теория электропроводности металлов. /Ср/	5	8	ОК-6 ОК-7 ОКП-1 ОКП-3 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.6 Э1	0	Решение домашних задач по теме "Элементы квантовой статистики" из Л1.2 и Л2.3.
<b>Раздел 5. Элементы физики твердого тела</b>							
5.1	Зонная модель твердого тела. Кристаллическая решетка. Люминесценция твердых тел. Теория Эйнштейна. Колебания систем с большим числом степеней свободы. Теория Дебая. Фононы. /Лек/	5	2	ОК-7 ОКП-1 ПК-5	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.5	0	Письменный опрос. (Приложение 1.)
5.2	Кристаллическая решетка. Люминесценция твердых тел. Теория Эйнштейна. Теория Дебая. Фононы. /Пр/	5	4	ОК-6 ОК-7 ОКП-1 ОКП-3 ПК-5	Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4	0	Решение задач по теме "Элементы физики твердого тела" из Л1.2 и Л2.3.
5.3	Индексы Мюллера. Эффект Мессбауэра. Квантовая теплоемкость твердых тел. /Ср/	5	6	ОК-6 ОК-7 ОКП-1 ОКП-3 ПК-2 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1	0	Решение домашних задач по теме "Элементы физики твердого тела" из Л1.2 и Л2.3. Подготовка к лабораторным работам.
5.4	Изучение эффекта Зеемана. /Лаб/	5	6	ОК-6 ОК-7 ОКП-1 ОКП-3 ПК-2 ПК-5	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	Защита отчетов по лабораторным работам. Устный опрос. (Приложение 1.)
<b>Раздел 6. Металлы и полупроводники</b>							
6.1	Электронный газ. Энергетические зоны в кристаллах. Электропроводность металлов. Сверхпроводимость. Электропроводность полупроводников. Собственная и примесная проводимости полупроводников. /Лек/	5	6	ОК-7 ОКП-1 ПК-5	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.5	0	Коллоквиум. (Приложение 1.)

6.2	Энергетические зоны в кристаллах. Электропроводность металлов. Электропроводность полупроводников. Собственная и примесная проводимости полупроводников. /Пр/	5	4	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-5	Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4	0	Решение задач по теме "Полупроводники и металлы" из Л1.2 и Л2.3.
6.3	Динамика электронов в кристаллической решетке. Фотопроводимость полупроводников. Магнитные свойства сверхпроводников. Полупроводниковые диод и триод. /Ср/	5	6	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-2 ПК- 5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1	0	Решение домашних задач по теме "Полупроводники и металлы" из Л1.2 и Л2.3. Подготовка к лабораторным работам.
6.4	Изучение температурной зависимости полупроводников. /Лаб/	5	4	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-2 ПК- 5	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	Защита отчетов по лабораторным работам. Устный опрос. (Приложение 1.)
<b>Раздел 7. Термоэлектрические явления</b>							
7.1	Работа выхода электрона. Термоэлектронная эмиссия. Контакт двух металлов по зонной модели. Термоэлектрические явления. Внутренний фотоэффект. /Лек/	5	4	ОК-7 ОПК-1 ПК-5	Л1.1Л2.1 Л2.5	0	Письменный опрос. (Приложение 1.)
7.2	Работа выхода. Термоэлектронная эмиссия. Термоэлектрические явления. Внутренний фотоэффект. /Пр/	5	4	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-5	Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4	0	Решение задач по теме "Термоэлектрические явления" из Л1.2 и Л2.3.
7.3	Электронные лампы. Контактная разность потенциалов. Ряд Вольта. /Ср/	5	6	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-2 ПК- 5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1	0	Решение домашних задач по теме "Термоэлектрические явления" из Л1.2 и Л2.3. Подготовка к лабораторным работам.
7.4	Определение заряда электрона с помощью эффекта Шоттки. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона. /Лаб/	5	6	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-2 ПК- 5	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	Защита отчетов по лабораторным работам. Устный опрос. (Приложение 1.)
<b>Раздел 8. Атомная физика</b>							
8.1	/Экзамен/	5	18	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-2 ПК- 5	Л1.1 Л1.3Л2.4 Л2.5 Э1	0	Вопросы и задачи к экзамену. (Приложение 1.)

<b>5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ</b>	
<b>5.1. Контрольные вопросы и задания</b>	
Приведены в Приложении №1	
<b>5.2. Темы письменных работ</b>	
Приведены в Приложении №1	
<b>5.3. Фонд оценочных средств</b>	
Приведены в Приложении №1	
<b>5.4. Перечень видов оценочных средств</b>	
1. Письменный опрос. 2. Коллоквиум. 3. Контрольная работа. 4. Экзамен (устный опрос). 5. Проверка лабораторных отчетов. 6. Устный опрос при защите отчетов по лабораторным работам	

<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>				
<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Сивухин Д. В.	Атомная и ядерная физика	М.: Физматлит, 2006	20
Л1.2	Трофимова Т. И.	Сборник задач по курсу физики: Учеб. пособие для студ. ВУЗов	М.: Высшая школа, 1996	109
Л1.3	Трофимова Т. И.	Курс физики: рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для инженерно-технических специальностей высших учебных заведений	Москва: Издательский центр "Академия", 2016	30
Л1.4	Старостина И. А., Бурдова Е. В., Сальманов Р. С.	Краткий курс физики для бакалавров: Учебное пособие	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016, <a href="http://www.iprbookshop.ru/79312.html">http://www.iprbookshop.ru/79312.html</a>	1
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Иродов И. Е.	Квантовая физика. Основные законы: [учебное пособие для вузов]	М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2007	20
Л2.2	Савельев И. В.	Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц	М.: Астрель, 2002	29
Л2.3	Волькенштейн В. С.	Сборник задач по общему курсу физики: Учебное пособие для студентов технических вузов	СПб.: Специальная литература, 1999	163
Л2.4	Трофимова Т. И., Павлова З. Г.	Сборник задач по курсу физики с решениями: Учебное пособие для студентов вузов	М.: Высшая школа, 2003	5



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.5	Трофимова Т. И.	Курс физики: рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для инженерно-технических специальностей высших учебных заведений	Москва: Издательский центр "Академия", 2015	20
Л2.6	Кузнецов С. И.	Курс физики с примерами решения задач	Москва: Лань", 2014, <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53685">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53685</a>	1

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Манина Е. А., Шадрин Г. А.	Обработка результатов измерений физического практикума: учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей	Сургут: Издательство СурГУ, 2007	98
Л3.2	Гуртовская Р. Н., Панина Т. А., Ненахова Н. А., Заводовский А. Г.	Лабораторный практикум по квантовой физике: учебно-методическое пособие	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2016	65

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лекциопедия - библиотека лекционного материала			
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	Пакет прикладных программ Microsoft Office			
6.3.1.2	Операционная система Windows			
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>				
6.3.2.1	<a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a> Информационно-правовой портал Гарант.ру			
6.3.2.2	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> Справочно-правовая система Консультант Плюс			

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

7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (практических занятий), лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены: типовой учебной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации. Имеется специальная лекционная аудитория 314А, оснащенная медиапроектором, ноутбуком и экраном, учебная лаборатория по квантовой физике, оснащенная экспериментальными установками. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.			
-----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

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

--	--	--	--	--

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**  
**Приложение к рабочей программе по дисциплине**

**АТОМНАЯ ФИЗИКА**

Квалификация выпускника	Бакалавр
Направление подготовки	03.03.02 Физика
Направленность (профиль)	Цифровые технологии в геофизике
Форма обучения	очная
Кафедра- разработчик	Кафедра экспериментальной физики
Выпускающая кафедра	Кафедра экспериментальной физики

**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**

**Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине**

### **РАЗДЕЛ «МОДЕЛИ АТОМА»**

- **Перечень вопросов для письменного опроса:**

1. Модель атома Томсона.
2. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома.
3. Спектры водорода. Формула Бальмера.
4. Модель Бора.
5. Постулаты модели Бора.
6. Определение параметров атома водорода.
7. Достоинства и недостатки модели.
8. Квантование энергии. Объяснение формулы Бальмера.
9. Опыт Франка-Герца.

### **РАЗДЕЛ «ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ»**

- **Перечень вопросов для коллоквиума:**

1. Гипотеза де Бройля и ее опытная проверка.
2. Принцип неопределенностей Гейзенберга.
3. Волновая функция частицы.
4. Статистический смысл волновой функции.
5. Уравнение Шредингера для квантовой механики.
6. Движение свободной частицы.
7. Частица в прямоугольной потенциальной яме.
8. Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер.
9. Квантовый гармонический осциллятор.
10. Свойства волн де Бройля.
11. Принцип причинности в квантовой механике.

### **РАЗДЕЛ «АТОМЫ И МОЛЕКУЛЫ В КВАНТОВОЙ МОДЕЛИ»**

- **Варианты заданий для контрольной работы:**

#### **Вариант 1**

1. Показать возможные энергетические уровни атома с электроном в состоянии с главным квантовым числом равным 6, если атом помещен во внешнее магнитное поле.
2. Во сколько раз увеличится радиус орбиты электрона у атома водорода, находящегося в основном состоянии, при возбуждении его фотоном энергии 12.09 эВ?

3. Определить механический момент молекулы  $O_2$  в состоянии с вращательной энергией  $2.16 \text{ мэВ}$ ?  $d=121 \text{ пм}$ .

### Вариант 2

1. Записать возможные значения орбитального квантового числа и магнитного квантового числа для главного квантового числа равного 4.
2. Какую работу нужно совершить, чтобы удалить электрон со второй орбиты атома водорода за пределы притяжения его ядром?
3. Определите, во сколько раз орбитальный момент импульса электрона, находящегося в  $f$  состоянии, больше, чем для электрона в  $p$  состоянии?

## РАЗДЕЛ «ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ СТАТИСТИКИ»

### • Перечень вопросов для письменного опроса:

1. Фазовое пространство. Функция распределения.
2. Квантовая статистика Бозе-Эйнштейна.
3. Квантовая статистика Ферми-Дирака.
4. Бозоны и фермионы.
5. Вырожденный электронный газ в металлах.
6. Квантовая теория теплоемкости.
7. Звуковые волны. Фононы.
8. Сверхпроводимость.
9. Эффект Джозефсона.
10. Сверхтекучесть.
11. Квантовая теория электропроводности металлов.

## РАЗДЕЛ «ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА»

### • Перечень вопросов для письменного опроса:

1. Типы кристаллических решеток.
2. Индексы Мюллера.
3. Зонная модель твердого тела.
4. Проводники, полупроводники и диэлектрики в зонной модели.
5. Люминесценция твердых тел.
6. Колебания систем с большим числом степеней свободы.
7. Теория Дебая. Фононы.
8. Эффект Мессбауэра.
9. Квантовая теплоемкость твердых тел.
10. Контакт двух металлов по зонной модели.
11. Контакт металл- полупроводник.

## РАЗДЕЛ «МЕТАЛЛЫ И ПОЛУПРОВОДНИКИ»

- **Перечень вопросов для коллоквиума:**

1. Электронный газ в металлах.
2. Энергетические зоны в кристаллах.
3. Электропроводность металлов.
4. Собственная проводимость полупроводников.
5. Примесная электропроводность полупроводников.
6. P-n переход на контакте полупроводников.
7. Электронная и дырочная проводимость.
8. Динамика электронов в кристаллической решетке.
9. Фотопроводимость полупроводников.
10. Магнитные свойства полупроводников.
11. Полупроводниковые диод и транзистор.

## РАЗДЕЛ «ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ»

- **Перечень вопросов для письменного опроса:**

1. Работа выхода электрона.
2. Контактная разность потенциалов.
3. Внешняя контактная разность потенциалов.
4. Внутренняя контактная разность потенциалов.
5. Термоэлектронная эмиссия.
6. Термоэлектронные явления.
7. Внутренний фотоэффект.
8. Термоэлектродвижущая сила.
9. Положение уровня Ферми.
10. Генерация электрического тока.
11. Электронные лампы.

### **Перечень вопросов для устного опроса при защите отчетов по лабораторной работе:**

#### *Лабораторная работа «Определение резонансного потенциала методом Франка и Герца»:*

1. Сформулируйте постулаты Бора.
2. В чем сущность метода задерживающего потенциала Франка и Герца?
3. Какую роль сыграл в физике опыт Франка и Герца?
4. Характеристика газа криптона.
5. Можно ли считать метод Франка и Герца универсальным для определения резонансной энергии возбуждения атомов?
6. Как можно определить потенциал возбуждения атомов гелия, аргона?

***Лабораторная работа «Изучение температурной зависимости электропроводности металлов и полупроводников»:***

1. Зависимость удельной электропроводности металлов от температуры в классической электронной теории.
2. Что является причиной электрического сопротивления металлов?
3. Зависимость удельной электропроводности металлов от температуры в квантовой модели.
4. Зонная теория металлов и полупроводников.
5. Собственные и примесные полупроводники.
6. Зависимость удельной проводимости собственных полупроводников от температуры.
7. Методика определения температурного коэффициента сопротивления металла.
8. Методы определения ширины запрещенной зоны полупроводника.

***Лабораторная работа «Изучение спектров атомов водорода»:***

1. Квантово-механический подход к рассмотрению состояния атома водорода.
2. Постулаты Бора.
3. Формула Бальмера-Ритца.
4. Схема уровней в спектре атома водорода.
5. Опыт Резерфорда и планетарная модель атома.
6. Энергия электрона в атоме водорода в модели Бора.
7. Серия Бальмера для атома водорода.

***Лабораторная работа «Изучение внешнего фотоэффекта»:***

1. Явление внешнего фотоэффекта.
2. Законы внешнего фотоэффекта.
3. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Вывод II и III законов фотоэффекта на основе уравнения Эйнштейна.
4. Вольтамперная характеристика фотоэффекта. Прямая и обратная ветвь графика. Ток насыщения. Запирающее напряжение.
5. Методика определения постоянной Планка и работы выхода материала фотокатода.

***Лабораторная работа «Изучение абсолютно черного тела»:***

1. Что называется тепловым излучением?
2. Дайте определение спектральной плотности энергетической светимости.
3. Чему равна энергетическая светимость тела?
4. Что такое спектральная поглощательная способность?
5. Какое тело называется черным, серым?
6. В чем состоит закон Кирхгофа для излучения?
7. Сформулируйте закон Стефана-Больцмана.
8. Что определяет формула Планка? Получите из формулы Планка закон Стефана – Больцмана.

***Лабораторная работа «Изучение эффекта Зеемана»:***

1. Что называется эффектом Зеемана?
2. Что называется поперечным эффектом Зеемана?
3. Что называется продольным эффектом Зеемана?
4. На сколько компонент разделяются энергетические уровни атома в магнитном поле?

5. Что такое правила отбора? Сформулируйте правила отбора для магнитного квантового числа  $M_L$ .
6. Чем отличаются  $\sigma$ - и  $\pi$ -компоненты спектральной линии?
7. Что собой представляет интерферометр Фабри-Перо? Какие функции он выполняет в данной работе?
8. Запишите условие максимума интерференции для двух лучей.
9. Получите формулу (10.13).
10. Что такое магнетон Бора?

***Лабораторная работа «Определение удельного заряда электрона методом магнетрона»:***

1. Назовите какие силы, действуют на движущуюся заряженную частицу в электрическом и магнитном полях?
2. Как вычисляется сила Лоренца?
3. Как определяется направление силы Лоренца?
4. Выведите формулы для радиуса  $R$  и периода  $T$  при движении заряженной частицы по окружности.
5. Выведите формулы для радиуса  $R$ , периода  $T$  и шага спирали  $h$  при движении заряженных частиц по спирали.
6. Сформулируйте теорему о циркуляции вектора  $\vec{v}$ .
7. Выведите формулу для магнитной индукции  $\vec{B}$  соленоида.
8. Объясните принцип действия цилиндрического магнетрона.
9. Выведите формулу для определения  $\frac{e}{m}$  методом магнетрона.

***Лабораторная работа «Определение заряда электрона с помощью эффекта Шоттки»:***

1. Что такое диод? Как устроен вакуумный диод?
2. Что такое термоэлектронная эмиссия, где это явление находит применение в данной работе?
3. Нарисуйте вольт-амперную характеристику вакуумного диода и расскажите о характерных участках этой кривой.
4. Что такое насыщение? Что такое ток насыщения? Можно ли его изменить в данном диоде, почему и как?
5. Что такое «закон трех вторых»? Какой участок вольт-амперной характеристики подчиняется этому закону? Используйте для ответа построенные графики. Почему в диоде не выполняется закон Ома?
6. С какой целью строится график зависимости анодного тока от напряжения в степени «три вторых»? Что из него извлекается и как?
7. Что такое удельный заряд электрона, какова методика его нахождения в данной работе?
8. Покажите, что при вычислении удельного заряда по формуле, полученной из (13.3), в СИ получается результат в Кл/кг.

**Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине (5 семестр)**

Задание для показателя оценивания дескриптора <i>«Знает»</i>	Вид задания	Проверяемые компетенции	Уровень сложности
<p><b>Вариант 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гипотеза де Бройля и ее опытная проверка.</li> <li>2. Модель атома Резерфорда.</li> </ol> <p><b>Вариант 2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принцип неопределенностей Гейзенберга.</li> <li>2. Модель атома Томсона.</li> </ol> <p><b>Вариант 3</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Волновая функция частицы.</li> <li>2. Модель атома Бора.</li> </ol> <p><b>Вариант 4</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уравнение Шредингера для квантовой механики.</li> <li>2. Обобщенная серия Бальмера.</li> </ol> <p><b>Вариант 5</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Частица в прямоугольной потенциальной яме.</li> <li>2. Постулаты теории Бора.</li> </ol> <p><b>Вариант 6</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер.</li> <li>2. Достоинства и недостатки модели Бора.</li> </ol> <p><b>Вариант 7</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Квантовый гармонический осциллятор.</li> <li>2. Атом водорода в квантовой механике.</li> </ol> <p><b>Вариант 8</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Свойства волн де Бройля.</li> <li>2. Квантовые числа.</li> </ol> <p><b>Вариант 9</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Квантовая статистика Бозе-Эйнштейна.</li> <li>2. Основное состояние в атоме водорода.</li> </ol> <p><b>Вариант 10</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Квантовая статистика Ферми-Дирака.</li> <li>2. Волновая функция и плотность вероятности.</li> </ol> <p><b>Вариант 11</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вырожденный электронный газ в металлах.</li> <li>2. Орбитальный и магнитный моменты</li> </ol>	<p>теоретический, вопросы к экзамену</p>	<p>ОК-7, ОПК-!, ОПК-3,</p>	<p>А – репродуктивный; В – конструктивный</p>



<p>импульса электрона.</p> <p><b>Вариант 12</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Эффект Джозефсона.</li> <li>2. Собственный момент импульса электрона. Спин.</li> </ol> <p><b>Вариант 13</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проводники, полупроводники и диэлектрики в зонной модели.</li> <li>2. Принцип Паули. Электронные оболочки атома.</li> </ol> <p><b>Вариант 14</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теория Дебая. Фононы.</li> <li>2. Периодическая таблица элементов.</li> </ol> <p><b>Вариант 15</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Собственная проводимость полупроводников.</li> <li>2. Мультиплетность спектров и спин электрона.</li> </ol> <p><b>Вариант 16</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Примесная электропроводность полупроводников.</li> <li>2. Результирующий механический момент многоэлектронного атома.</li> </ol> <p><b>Вариант 17</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электронная и дырочная проводимость.</li> <li>2. Магнитный момент атома. Магнетон Бора. Фактор Ланде.</li> </ol> <p><b>Вариант 18</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Динамика электронов в кристаллической решетке.</li> <li>2. Молекула. Энергия молекулы в квантовой механике.</li> </ol> <p><b>Вариант 19</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фотопроводимость полупроводников.</li> <li>2. Комбинационное рассеяние света.</li> </ol> <p><b>Вариант 20</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Магнитные свойства полупроводников.</li> <li>2. Спонтанное и вынужденное излучение. Инверсная населенность. Лазеры</li> </ol>			
<p>Задание для показателя оценивания дескриптора «Умеет»</p>	<p>Вид задания</p>	<p>Проверяемые компетенции</p>	<p>Уровень сложности</p>

<p><b>Вариант 1</b>  <b>Задача.</b> Определить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на второй.</p> <p><b>Вариант 2</b>  <b>Задача.</b> Определить длину волны, соответствующей второй спектральной линии в серии Пашена.</p> <p><b>Вариант 3</b>  <b>Задача.</b> Электрон выбит из атома водорода, находящегося в основном состоянии, фотоном энергии 17,7 эВ. Определить скорость электрона за пределами атома.</p> <p><b>Вариант 4</b>  <b>Задача.</b> Фотон с энергией 12,12 эВ, поглощенный атомом водорода, находящимся в основном состоянии, переводит атом в возбужденное состояние. Определить главное квантовое число этого состояния.</p> <p><b>Вариант 5</b>  <b>Задача.</b> Определить первый потенциал возбуждения атома водорода.</p> <p><b>Вариант 6</b>  <b>Задача.</b> Определить, на сколько изменится кинетическая энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны 486 нм.</p> <p><b>Вариант 7</b>  <b>Задача.</b> Показать возможные энергетические уровни атома с электроном в состоянии с главным квантовым числом равным 6, если атом помещен во внешнее магнитное поле.</p> <p><b>Вариант 8</b>  <b>Задача.</b> Во сколько раз увеличится радиус орбиты электрона у атома водорода, находящегося в основном состоянии, при возбуждении его фотоном энергии 12.09 эВ?</p> <p><b>Вариант 9</b>  <b>Задача.</b> Определить механический момент молекулы O<sub>2</sub> в состоянии с вращательной энергией 2.16 мэВ? d=121 пм.</p> <p><b>Вариант 10</b>  <b>Задача.</b> Записать возможные значения</p>	<p>практический, задачи к экзамену</p>	<p>ОК-7, ОПК-1, ОПК-3, ПК-2, ПК-5</p>	<p>В – констру к- тивный</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------	-----------------------------------------------	------------------------------------------

орбитального квантового числа и магнитного квантового числа для главного квантового числа равного 4.

**Вариант 11**

**Задача.** Какую работу нужно совершить, чтобы удалить электрон со второй орбиты атома водорода за пределы притяжения его ядром?

**Вариант 12**

**Задача.** Определите, во сколько раз орбитальный момент импульса электрона, находящегося в f состоянии, больше, чем для электрона в p состоянии?

**Вариант 13**

**Задача.** Определить длину волны спектральной линии, соответствующей переходу электрона в атоме водорода с шестой боровской орбиты на вторую.

**Вариант 14**

**Задача.** Используя теорию Бора для атома водорода, определить радиус ближайшей к ядру орбиты.

**Вариант 15**

**Задача.** Определить скорость электрона на третьей орбите атома водорода.

**Вариант 16**

**Задача.** Определить частоту вращения электрона на первой боровской орбите.

**Вариант 17**

**Задача.** Определить потенциал ионизации атома водорода.

**Вариант 18**

**Задача.** Принимая, что электрон находится внутри атома водорода, определить неопределенность энергии этого электрона.

**Вариант 19**

**Задача.** Частица в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной  $10^{-10}$  м с бесконечно высокими стенками находится в основном состоянии. Определить вероятность обнаружения частицы в левой трети ямы.

**Вариант 20**

**Задача.** В атоме вольфрама электрон перешел с M-оболочки на L-оболочку. Принимая постоянную экранирования равной 5,63, определить энергию испущенного электрона.

Задание для показателя оценивания дискриптора «Владеет»	Вид задания	Проверяемые компетенции	Уровень сложности
Проведение экспериментальных исследований в рамках следующих лабораторных работ: 1. Лабораторная работа «Определение резонансного потенциала методом Франка и Герца». 2. Лабораторная работа «Изучение температурной зависимости электропроводности металлов и полупроводников». 3. Лабораторная работа «Изучение спектров атомов водорода». 4. Лабораторная работа «Изучение внешнего фотоэффекта». 5. Лабораторная работа «Изучение абсолютно черного тела». 6. Лабораторная работа «Изучение эффекта Зеемана». 7. Лабораторная работа «Определение удельного заряда электрона методом магнетрона». 8. Лабораторная работа «Определение заряда электрона с помощью эффекта Шотки».	практический	ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ОПК-3, ПК-2, ПК-5	В – конструктивный

### Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций

#### Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине

Текущий контроль предназначен для проверки качества формирования компетенций, уровня овладения теоретическими и практическими знаниями, умениями и навыками. Оценивание знаний теоретического материала по каждому разделу проводится путем письменного опроса и на коллоквиуме и позволяет оценить уровень сформированности компетенций ОК-7, ОПК-3, ПК-2. Умение решать практические задачи формирует компетенции ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ОПК-3, ПК-2, ПК-5 и проверяется проведением контрольной работы по соответствующему разделу.

#### Критерии оценивания письменного опроса:

Зачтено	Студент показывает, что он глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой
Не зачтено	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний.

#### Критерии оценивания теоретического коллоквиума

Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений.
---------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

	Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания по предмету.
Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер.
Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами.
Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний.

### Критерии оценивания контрольных работ

Отлично	Все задачи решаются полностью: приводится верное аналитическое решение, делается правильный расчет.
Хорошо	Приведены решения задач контрольной работы, но есть небольшие недочеты при использовании законов, формул, в целом не влияющих на ход решения, допущены ошибки при вычислении численных результатов. Общая доля невыполненных заданий не превышает 5–7 % от общего объема контрольной работы.
Удовлетворительно	Приведены решения не всех заданий контрольной работы, есть существенные недостатки при выводе аналитических выражений, не проведены численные расчеты. Общая доля невыполненных заданий составляет не более 50 % от общего объема контрольной работы.
Неудовлетворительно	Решение заданий приведены неверно или вовсе отсутствуют. Общая доля невыполненных заданий составляет более 50 % от общего объема контрольной работы.

### Критерии оценивания устного опроса при защите отчетов по лабораторной работе:

Зачтено	Студент показывает, что он глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой
Не зачтено	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний.

### Критерии оценивания отчета по лабораторной работе:

Зачтено	Отчет выполнен в соответствии с предъявляемыми требованиями. Студент знает методику выполнения лабораторной работы. Полученный в работе результат в пределах погрешности совпадает с табличным значением.
Не зачтено	Имеются замечания по оформлению отчета. Студент плохо знает методику выполнения лабораторной работы. Полученный в работе результат, в пределах погрешности не совпадает с табличным значением.

## Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине

### Методические рекомендации по подготовке к экзамену

**Экзамен** является итогом работы студента в течение семестра или учебного года. Чтобы успешно сдать экзамен необходимо систематически и упорно работать над освоением материала в течение всего обучения дисциплине.

Подготовка к экзамену требует определенного алгоритма действий. Прежде всего, необходимо ознакомиться с вопросами, которые выносятся на зачет. На основе этого надо составить план повторения и систематизации учебного материала. Нельзя ограничиваться только конспектами лекций, следует проработать нужные учебные пособия, рекомендованную литературу. В отдельной тетради на каждый вопрос экзамена следует составить краткий план ответа в логической последовательности и с фиксацией необходимого иллюстративного материала (примеры, рисунки, схемы, цифры).

Если отдельные вопросы программы остаются неясными, их необходимо написать на полях конспекта, чтобы выяснить на консультации. Основные положения темы (правила, законы, определения и др.), после глубоко осознания их сути, следует заучить, повторяя несколько раз. Важнейшую информацию следует обозначать другим цветом, это помогает лучше ее запомнить.

Следует постепенно переходить от повторения материала одной темы к другой. Когда повторен и систематизирован весь учебный материал, необходимо пересмотреть его еще раз уже со своими записями, проверяя мысленно, как усвоен материал.

### Условия допуска студента к экзамену

Для того, чтобы быть допущенным к сдаче экзамена студенту необходимо выполнить следующие требования:

- 1) регулярно посещать аудиторные занятия по дисциплине (пропуск занятий не допускается без уважительной причины), в случае пропуска занятия студент должен быть готов ответить на экзамене на вопросы преподавателя, взятые из пропущенной темы;
- 2) получить оценку «зачтено» по результатам письменного опроса,
- 3) студент должен точно в срок сдать домашние работы,
- 4) выполнить контрольные работы на оценку «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно»;
- 5) сдать коллоквиум на оценку «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно»;
- 6) получить оценку «зачтено» при защите отчетов по всем запланированным лабораторным работам;
- 7) получить оценку «зачтено» при сдаче отчетов по всем запланированным лабораторным работам.

### Критерии оценивания экзамена

Проверяемые компетенции	Оценка	Критерии оценивания
ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ОПК-3	Отлично	Студент показывает, что он глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое нестандартное

		решение.
	Хорошо	Студент показывает, что он глубоко и прочно усвоил материал: исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, но есть небольшие недочеты при использовании законов, формул, в целом не влияющих на ход ответа; допущены ошибки при вычислении численных результатов.
	Удовлетворительно	Студент показывает, что он усвоил материал, последовательно, его излагает, умеет увязывать теорию с практикой, частично справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, но затрудняется с ответом при видоизменении заданий, есть существенные недостатки при выводе аналитических выражений, не проведены численные расчеты.
	Не удовлетворительно	Студент показывает, что он не усвоил материал, плохо его излагает, не умеет увязывать теорию с практикой, не справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, затрудняется с ответом при видоизменении заданий, не правильно обосновывает принятое решение.

### Критерии оценивания практической части экзамена (задача)

Проверяемые компетенции	Оценка	Критерии оценивания
ОК-7, ОПК-1, ОПК-3, ПК-2, ПК-5.	Отлично	Решение задачи правильно и студент, объясняя его, показывает, что он умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний.
	Хорошо	Решение задачи правильно и студент, объясняя его, показывает, что он умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, но есть небольшие недочеты при использовании законов, формул, в целом не влияющих на ход ответа; допущены ошибки при получении численных результатов.

	Удовлетворительно	При решении задачи не получен ответ и приведено неполное решение задачи, но используемые формулы и ход приведенной части решения верны.
	Не удовлетворительно	При решении задачи получен неверный ответ, связанный с грубой ошибкой, отражающей непонимание студентом используемых формул и законов.