


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:  
Декан  
физико-математического  
факультета  
 Н.Б. Федорова  
«30» августа 2018 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Статистическая физика**

Уровень основной профессиональной образовательной программы  
**бакалавриат**

Направление подготовки **44.03.05 Педагогическое образование**  
(с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) подготовки **Технология и физика**

Форма обучения **очная**

Сроки освоения ОПОП **нормативный**

Факультет **физико-математический**

Кафедра **общей и теоретической физики и МПФ**

Рязань, 2018

## ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Статистическая физика» являются формирование у студентов общекультурных и профессиональных компетенций, установленных ФГОС ВО, в процессе изучения основных физических законов поведения систем многих частиц в газообразном, жидком и твердом состояниях.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1. Учебная дисциплина **Б1.В.ДВ.21.1 «Статистическая физика»** относится к вариативной части Блока 1 (дисциплины по выбору).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- *Механика*
- *Молекулярная физика*
- *Высшая математика*

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- *Физика твердого тела*

## 2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4	5	6
1.	ОК-3	способностью использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	<p>Определения микро- и макро- состояний макроскопической системы классических и квантовых частиц, понятия статистический ансамбль, статистическая функция распределения и матрица плотности;</p> <p>Способы определения средних значений макроскопических величин с помощью канонических распределений Гиббса, статистические свойства частиц бозонов и частиц фермионов;</p> <p>Пределы применимости термодинамического и статистического описания физических систем</p>	<p>Находить оптимальные способы описания конкретных макроскопических систем;</p> <p>Определять применимость термодинамического и статистического описания к физическим системам;</p> <p>Решать стандартные задачи термодинамики и статистической физики</p>	<p>Терминологией статистической физики;</p> <p>математическим аппаратом статистической физики;</p> <p>навыками определения средних значений макроскопических величин с помощью распределений Гиббса</p>
2.	ПВК-1	способностью использовать концептуальные и теоретические основы физики, систему знаний о фундаментальных физических законах и теориях, физической сущности явлений и процессов в природе и технике	<p>Основы статистического подхода при анализе явлений и процессов в природе и технике</p> <p>Ключевую проблематику в области статистической физики;</p> <p>Отличия статистического и термодинамического подходов при описании явлений природы и техники</p>	<p>Ставить и решать задачи статистической физики на основе знания основ физики</p> <p>Анализировать физическую сущность явлений и процессов природы и техники на основе статистического подхода</p> <p>планировать учебно-исследовательскую работу обучающихся</p>	<p>Системой знаний об фундаментальных физических законах и теориях статистической физики</p> <p>Приемами анализа явлений статистической физики</p> <p>Навыками решения задач статистической физики</p>

## 2.5 Карта компетенций дисциплины.

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ статистическая физика					
Цель дисциплины	формирование у студентов общекультурных и профессиональных компетенций, установленных ФГОС ВО, в процессе изучения основных физических законов поведения систем многих частиц в газообразном, жидком и твердом состояниях				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Общекультурные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОК-3	способностью использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	<p>Знать определения микро- и макро- состояний макроскопической системы классических и квантовых частиц, понятия статистический ансамбль, статистическая функция распределения и матрица плотности; способы определения средних значений макроскопических величин с помощью канонических распределений Гиббса, статистические свойства частиц бозонов и частиц фермионов; пределы применимости термодинамического и статистического описания физических систем</p> <p>Уметь находить оптимальные способы описания конкретных макроскопических систем; определять применимость термодинамического и статистического описания к физическим системам; решать стандартные задачи термодинамики и статистической физики</p> <p>Владеть терминологией статистической физики; математическим аппаратом статистической физики; навыками определения средних значений макроскопических величин с помощью распределений Гиббса.</p>	Путем проведения лекционных, семинарских занятий, применения новых образовательных технологий, выполнения тематических обзоров, проектов, организации самостоятельных работ.	Проектное задание, тематический обзор, реферат, ИДЗ, доклады, контрольная работа, зачет	<p><b>Пороговый</b> Способен использовать в профессиональной деятельности терминологию и аппарат математической статистики</p> <p><b>Повышенный</b> Способен находить оптимальные способы описания конкретных макроскопических систем</p>
Профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции

ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПВК-1	<p>способность использовать концептуальные и теоретические основы физики, систему знаний о фундаментальных физических законах и теориях, физической сущности явлений и процессов в природе и технике</p>	<p>Знать основы статистического подхода при анализе явлений и процессов в природе и технике; ключевую проблематику в области статистической физики; отличия статистического и термодинамического подходов при описании явлений природы и техники</p> <p>Уметь ставить и решать задачи статистической физики на основе знания основ физики; анализировать физическую сущность явлений и процессов природы и техники на основе статистического подхода; планировать учебно-исследовательскую работу обучающихся</p> <p>Владеть системой знаний об фундаментальных физических законах и теориях статистической физики; приемами анализа явлений статистической физики; навыками решения задач статистической физики</p>	<p>Путем проведения лекционных, семинарских занятий, применения новых образовательных технологий, выполнения тематических обзоров, проектов, организации самостоятельных работ.</p>	<p>Проектное задание, тематический обзор, реферат, ИДЗ, доклады, контрольная работа, зачет</p>	<p><b>Пороговый</b> Способен ориентироваться в структуре, целях и задачах современной статистической физики, определять ее место в структуре физического знания</p> <p><b>Повышенный</b> Способен выявлять физическую сущность и объяснять явления и процессы в природе и технике с позиций статистической физики</p>

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		№ 9	часов
1	2	3	
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	45	45	
В том числе:			
Лекции (Л)	15	15	
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)	30	30	
Лабораторные работы (ЛР)			
2. Самостоятельная работа студента (всего)	63	63	
В том числе	-	-	
<i>СРС в семестре:</i>	63	63	
Курсовая работа	КП		
	КР		
Другие виды СРС:	-	-	
<b>Подготовка проекта</b>	11	11	
<b>Подготовка докладов и рефератов</b>	12	12	
<b>Подготовка тематического обзора</b>	7	7	
<b>Выполнение ИДЗ</b>	10	10	
<b>Изучение литературы</b>	6	6	
<b>Подготовка к зачету</b>	6	6	
<b>Отработка стандартных и нестандартных заданий</b>	6	6	
<b>Повторение материала</b>	1	1	
<b>Подготовка к контрольной работе</b>	4	4	
<i>СРС в период сессии</i>			
Вид промежуточной аттестации	зачет (З)	3	3
	экзамен (Э)		
<b>ИТОГО: Общая трудоемкость</b>	<b>108</b> <b>3</b>	<b>108</b> <b>3</b>	

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Содержание разделов учебной дисциплины

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3	4
9	1	<i>Основные принципы статистической физики</i>	Пример простой системы. Макроскопические и микроскопические состояния. Статистическое распределение. Ансамбль Гиббса. Теорема Лиувилля. Средние по времени. Приближение к равновесию. Основной постулат статистической физики. Микроканоническое распределение. Каноническое распределение Гиббса. Большое каноническое распределение. Энтропия. Термодинамические соотношения. Элементы квантовой статистической физики. Статистический оператор, матрица плотности. Уравнение Неймана. Квантовый вариант микроканонического распределения, энтропия. Квантовомеханический вывод большого канонического распределения.
	2	<i>Статистические распределения для идеальных газов</i>	Распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Распределение Больцмана. Столкновения молекул. Закон равнораспределения. Квантование поступательного движения. Равновесное тепловое излучение, фотонный газ. Тепловое движение атомов в кристалле. Фононный газ. Среднеквадратичное смещение атомов в кристалле. Бозе-Эйнштейновская конденсация. Вырожденный Ферми-газ. Электронный газ в металле. Теплоемкость вырожденного электронного газа. Электроны в полупроводниках. Собственные полупроводники. Примесные полупроводники.
	3	<i>Неидеальные газы.</i>	Отклонение газов от идеальности. Разложение по степеням плотности (вириальное разложение). Формула Ван-дер-Ваальса. Полностью ионизованный газ.
	4	<i>Теория флуктуаций. Элементы физической кинетики.</i>	Флуктуации энергии, объема, числа частиц. Флуктуации основных термодинамических величин. Корреляция флуктуаций во времени. Флуктуационный предел чувствительности измерительных приборов. Уравнение Смолуховского. Принцип детального равновесия. Уравнение Фоккера-Планка. Уравнение кинетического баланса. Вывод формулы Планка по Эйнштейну. Кинетическое уравнение Больцмана.

## 2.2. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам)
			Л	ЛР	ПЗ/С	СРС	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	1	<b>Основные принципы статистической физики</b>	3		6	15	24	Реферат/доклад (3 неделя) ИДЗ (2 неделя) ИДЗ (1 неделя)
	2	<b>Статистические распределения для идеальных газов</b>	4		8	14	26	ИДЗ (5 неделя) Тематический обзор (7 неделя) Реферат/доклад (6 неделя)
	3	<b>Неидеальные газы.</b>	4		8	14	26	ИДЗ (8, 9, 11 недели) Контрольная работа (10 неделя)
	4	<b>Теория флуктуаций. Элементы физической кинетики.</b>	4		8	20	32	Реферат/доклад (13 неделя) ИДЗ (12 неделя) Проект (14-15 неделя)
		Разделы дисциплины № 1-№4						ПрАт
		ИТОГО за семестр		15		30	63	108
	ИТОГО		15		30	63	108	

2.3. Лабораторный практикум  
*не предусмотрен*

2.4. Примерная тематика курсовых работ  
*не предусмотрены*



### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

#### 3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
9	1.	<b>Основные принципы статистической физики</b>	Изучение литературы по тематике раздела	2
			Подготовка к зачету	2
			Выполнение ИДЗ	3
			Изучение литературы по теме реферата/доклада	3
			Подготовка реферата/доклада	3
	2.	<b>Статистические распределения для идеальных газов</b>	Отработка стандартных и нестандартных заданий по теме раздела	2
			Подготовка к зачету	1
			Выполнение ИДЗ	2
			Изучение литературы по теме реферата/доклада	1
			Подготовка реферата/доклада	2
	3.	<b>Неидеальные газы.</b>	Отработка стандартных и нестандартных заданий по теме раздела	1
			Изучение литературы по теме обзора	3
			Подготовка тематического обзора	4
			Подготовка к контрольной работе	4
			Повторение материала предыдущих разделов	1
	4.	<b>Теория флуктуаций. Элементы физической кинетики.</b>	Изучение литературы по тематике раздела	2
Подготовка к зачету			1	
Выполнение ИДЗ			3	
Изучение литературы по теме реферата/доклада			1	
Подготовка реферата/доклада			2	
Выбор темы проекта			1	
Подбор и изучение литературы по теме проекта			3	
Разработка проекта	4			
Подготовка отчета по проекту	3			
ИТОГО в семестре:				63
ИТОГО				63

3.2. График работы студента  
Семестр № 9\_

Форма оценочного средства*	Условное обозначение	Номер недели														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Собеседование	Соб	+														
Доклад, презентация. реферат	Реф			+			+							+		
Защита проекта	Пр														+	+
Тематический обзор	ТО							+								
Контрольная работа	КР										+					
Индивидуальное домашнее задание	ИДЗ		+			+			+	+		+	+			

### 3.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

*Для систематизации самостоятельной работы студента по дисциплине предусмотрена рабочая тетрадь студента, в которой студент выполняет задания к лекциям, практическим занятиям и домашнюю работу.*

#### 3.3.1. Контрольные работы/рефераты

Контрольная работа предназначена для проверки навыков решения задач по разделам 1 -3.

#### **Примерная тематика заданий**

1. Задание на расчет критических параметров газа Ван-дер-Ваальса.
2. Анализ термодинамических процессов
3. Расчет термодинамических функций идеального газа
4. Анализ статистических распределений.
5. Термодинамика неидеальных газов.

Рефераты по дисциплине предполагают анализ литературы по предложенной тематике и представление материалов для общего обсуждения для более полного охвата материала и отработки навыков постановки исследовательских заданий.

#### **Примерная тематика рефератов:**

1. Теорема Цермело-Пуанкаре. Парадокс возврата
2. Статистический смысл основных положений термодинамики
3. Статистика Ферми-Дирака и ее приложения
4. Вероятность и функция распределения в классической статистике.
5. Теорема Лиувилля.
6. Матрица плотности в классической статистике.
7. Термодинамическое равновесие с молекулярной точки зрения  
Микроканоническое распределение и область его применения
8. Каноническое распределение. Применение классической статистики к идеальному газу.
9. Распределение Максвелла – Больцмана.
10. Реальный газ и классическая статистическая физика
11. Системы с переменным числом частиц
12. Статистическое толкование закона возрастания энтропии и обратимости/ необратимости термодинамических процессов.
13. Понятие температуры с позиций статистической физики.
14. Статистический подход к тепловым машинам и циклам.
15. Теорема Нернста
16. Идеальные газы.
17. Статистика Бозе-Эйнштейна. Идеальный бозе-газ.
18. Статистика Ферми-Дирака. Идеальный ферми-газ.
19. Статистика Больцмана. Идеальный классический газ.
20. Газы из бозонов и фермионов. Флуктуации и измерительные

приборы.

21. Принцип Больцмана
22. Молекулярное рассеяние света
23. Броуновское движение

#### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (см. Фонд оценочных средств)

##### 4.1. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине

*Рейтинговая система не используется.*

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Основная литература

п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1	Алтунин, К. К. Статистическая физика и термодинамика [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / К. К. Алтунин. - 2-е изд. - М. : Директ-Медиа, 2014. - 83 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=240555">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=240555</a> (дата обращения: 15.07.2018).	1 - 4	9	ЭБ	
2	Ефремов, Ю. С. Статистическая физика и термодинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. С. Ефремов. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 208 с. : ил. - Библиогр. в кн. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428682">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428682</a> (дата обращения: 15.07.2018)	1 - 4	9	ЭБ	
3	Краснопевцев, Е. А. Спецглавы физики: статистическая физика равновесных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. А. Краснопевцев. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 387 с. – Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436229">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436229</a> (дата обращения: 15.07.2018)	1 - 4	9	ЭБ	

## 5.2. Дополнительная литература

п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1	Березин, Ф. А. Лекции по статистической физике [Электронный ресурс] : курс лекций / Ф. А. Березин ; под ред. Д. А. Лейтес. - изд. 2-е, испр. - М. : МЦНМО, 2008. - 197 с. – Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=63268">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=63268</a> (дата обращения: 15.07.2018)	1 - 4	9	ЭБ	
2	Кашурников, В. А. Численные методы квантовой статистики [Электронный ресурс] / В. А. Кашурников, А. В. Красавин. - М.: Физматлит, 2010. – 628 с. – Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=69481">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=69481</a> (дата обращения: 15.07.2018).	1 - 4	9	ЭБС	
3	Кондратьев, А. С. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории [Электронный ресурс] / А. С. Кондратьев, П. А. Райгородский. - М. : Физматлит, 2007. - 254 с. – Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68401">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68401</a> (дата обращения: 15.07.2018).	1 - 4	9	ЭБС	
4	Лебедев, В. В. Флуктуационные эффекты в макрофизике [Электронный ресурс] / В. В. Лебедев. - М.: МЦНМО, 2004. - 255 с. – Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=63241">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=63241</a> (дата обращения: 15.07.2018).	3- 4	9	ЭБС	

### **5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:**

1. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red) (дата обращения: 15.07.2018).

### **5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>, свободный (дата обращения: 15.07.2018).
2. Guide to physics on the web [Электронный ресурс] : [сайт] – Режим доступа: <http://www.physics.org> (дата обращения: 15.07.2018).
3. PHYSICS TODAY [Электронный ресурс] : сайт, посвященный современным достижениям физики и смежных с ней областей исследования «Физика сегодня». – Режим доступа: <http://www.physicstoday.org> (дата обращения: 15.07.2018).
4. Энциклопедия физики и техники [Электронный ресурс] : электронная энцикл. – Режим доступа: <http://femto.com.ua/>, свободный (дата обращения: 15.07.2018).

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:**

*Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, др. оборудование или компьютерный класс*

### **6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся:**

*Видеопроектор, ноутбук, переносной экран.*

### **6.3. Требования к специализированному оборудованию:**

Не предусмотрено.

## **7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО)**

## **8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и семинарские занятия.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

Семинарские занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, решения стандартных и нестандартных задач различной степени сложности, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов, либо студентам предлагается ознакомиться с нормативными документами. Обсуждение сообщения или изученных материалов совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. Завершающий этап предполагает разбор задач по изучаемой теме. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам.

При подготовке к семинару студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

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

1. Чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов

2. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.

3. Представление результатов практических заданий (рефератов, проектов) с использованием слайд-презентаций, графических объектов, видео- аудио- материалов.

4. ИТ обработка данных при выполнении проекта.

## **10. Требования к программному обеспечению учебного процесса:**

1. Операционная система Windows Pro (договор №Tr000043844 от 22.09.15г.);
2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор №14/03/2018-0142 от 30/03/2018г.);
3. Офисное приложение LibreOffice (свободно распространяемое ПО);
4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
5. Браузер изображений FastStoneImageViewer (свободно распространяемое ПО);
6. PDF ридер FoxitReader (свободно распространяемое ПО);
7. PDF принтер doPdf (свободно распространяемое ПО);
8. Медиа проигрыватель VLC media player (свободно распространяемое ПО);
9. Запись дисков ImageBurn (свободно распространяемое ПО);
10. DJVU браузер DjVu Browser Plug-in (свободно распространяемое ПО);



## Приложение 1

### Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

#### Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции или её части	Наименование оценочного средства
1.	Основные принципы статистической физики	ОК-3, ПВК-1	зачет
2.	Статистические распределения для идеальных газов	ОК-3, ПВК-1	
3.	Неидеальные газы.	ОК-3, ПВК-1	
4.	Теория флуктуаций. Элементы физической кинетики.	ОК-3, ПВК-1	

#### ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
<b>ОК 3</b>	способностью использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	<b>знать</b>	
		<b>1</b> определения микро- и макросостояний макроскопической системы классических и квантовых частиц, понятия статистический ансамбль, статистическая функция распределения и матрица плотности	<b>ОК3 31</b>
		<b>2</b> способы определения средних значений макроскопических величин с помощью канонических распределений Гиббса, статистические свойства частиц бозонов и частиц фермионов	<b>ОК3 32</b>
		<b>3</b> пределы применимости термодинамического и статистического описания физических систем	<b>ОК3 33</b>
		<b>уметь</b>	
	<b>1</b> находить оптимальные способы описания конкретных макроскопических систем	<b>ОК3 У1</b>	

		<b>2</b> определять применимость термодинамического и статистического описания к физическим системам;	<b>ОК3 У2</b>
		<b>3</b> решать стандартные задачи термодинамики и статистической физики	<b>ОК3 У3</b>
		<b>владеть</b>	
		<b>1</b> терминологией статистической физики	<b>ОК3 В1</b>
		<b>2</b> математическим аппаратом статистической физики	<b>ОК3 В2</b>
		<b>3</b> навыками определения средних значений макроскопических величин с помощью распределений Гиббса	<b>ОК3 В3</b>
<b>ПК-1</b>	способность использовать концептуальные и теоретические основы физики, систему знаний о фундаментальных физических законах и теориях, физической сущности явлений и процессов в природе и технике	<b>знать</b>	
		<b>1</b> основы статистического подхода при анализе явлений и процессов в природе и технике	<b>ПК-1 З1</b>
		<b>2</b> ключевую проблематику в области статистической физики	<b>ПК-1 З2</b>
		<b>3</b> отличия статистического и термодинамического подходов при описании явлений природы и техники	<b>ПК-1 З3</b>
		<b>уметь</b>	
		<b>1</b> ставить и решать задачи статистической физики на основе знания физики	<b>ПК-1 У1</b>
		<b>2</b> анализировать физическую сущность явлений и процессов природы и техники на основе статистического подхода	<b>ПК-1 У2</b>
		<b>3</b> планировать учебно-исследовательскую работу обучающихся	<b>ПК-1 У3</b>
		<b>владеть</b>	
		<b>1</b> системой знаний об фундаментальных физических законах и теориях статистической физики	<b>ПК-1 В1</b>
		<b>2</b> приемами анализа явлений статистической физики;	<b>ПК-1 В2</b>
		<b>3</b> навыками решения задач статистической физики	<b>ПК-1 В3</b>

## КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЕТ)

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1.	Сущность основного метода статистической физики. Предложите примеры анализа явлений природы и техники на основе статистического подхода	ОК-3 31, ОК3 32, ОК3 33, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 32, ПВК-1 33, ПВК-1 У1, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2
2.	Описание системы на языке статистической физики. Проанализируйте целесообразность рассмотрения темы в школьном курсе	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 32, ПВК-1 33, ПВК-1 У1, ПВК-1 У3, ПВК-1 В1
3.	Фазовое пространство и его основные элементы. Ансамбли систем в фазовом пространстве. Предложите план исследования явления природы или техники, позволяющий раскрыть понятие «ансамбль»	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 32, ПВК-1 33, ПВК-1 У1, ПВК-1 У2, ПВК-1 У3, ПВК-1 В1,
4.	Теорема Лиувилля и принцип постоянства фазового объема. Статистическое равновесие. Предложите и примерные темы проектных работ в по теме «Равновесие»	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 33, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 32, ПВК-1 33, ПВК-1 У3
5.	Равновесный статистический ансамбль. Приведите примеры равновесных ансамблей и укажите их отличие от неравновесных	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 В1, ОК3 В2, ОК3 В3, ПВК-1 31, ПВК-1 32, ПВК-1 33, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2
6.	Микроканоническое распределение. Приведите примеры применения микроканонического распределения при решении физических задач	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 У1, ОК3 В1, ОК3 В2, ОК3 В3, ПВК-1 33, ПВК-1 У2
7.	Каноническое распределение Гиббса. Приведите примеры применения канонического распределения при решении физических задач	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 У1, ОК3 В1, ОК3 В2, ОК3 В3, ПВК-1 33
8.	Общие свойства канонического распределения и его связь с микроканоническим распределением. Приведите примеры применения канонического и микроканонического распределений при рассмотрении явлений и процессов природы и техники	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 В1, ОК3 В2, ОК3 В3, ПВК-1 32, ПВК-1 33, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2
9.	Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы и теорема о вириале. Проанализируйте область применения теорем. Подберите, если возможно, их термодинамические аналоги	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 В1, ОК3 В2, ОК3 В3, ПВК-1 31, ПВК-1 33
10.	Распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц. Предложите темы учебных проектов по теме «Системы с переменным числом частиц»	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 33, ОК3 В1, ОК3 В2, ОК3 В3, ПВК-1 32, ПВК-1 33, ПВК-1 У3, ПВК-1 В1
11.	Статистическая температура. Объясните особенность термина температура. Предложите простейшие задание, раскрывающие физический смысл термина	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 33, ОК3 В1, ПВК-1 31, ПВК-1 32, ПВК-1 33, ПВК-1 У3, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2

12.	Энергия системы. Дисперсия и флуктуации энергии. Перечислите физические явления, связанные с флуктуациями энергии.	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 33, ПВК-1 В1
13.	Внешние и внутренние параметры. Работа (с позиций статистической физики). Предложите план учебных исследований по данной теме.	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 33, ПВК-1 У3, ПВК-1 В1
14.	Основное уравнение термодинамики. Энтропия и свободная энергия (с позиций статистической физики). Предложите и обоснуйте план исследований по теме «Энтропия и ее статистический смысл»	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 33, ПВК-1 У3, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2
15.	Связь между энтропией по Гиббсу и термодинамической вероятностью. Объясните важность понятия энтропия для понимания процессов реального мира.	ОК3-31, ОК3 33, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 32, ПВК-1 33, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2
16.	Свободная энергия. Интеграл состояний. Уравнение Гиббса-Гельмгольца (с позиций статистической физики). энергия (с позиций статистической физики). Предложите и обоснуйте план исследований по теме	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 33, ПВК-1 У3
17.	Флуктуации термодинамических величин. Приведите примеры проектов по данной теме.	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 33, ОК3 В1, ОК3 В2, ОК3 В3, ПВК-1 31, ПВК-1 32, ПВК-1 33, ПВК-1 У3, ПВК-1 В1
18.	Выражение термодинамических функций через интеграл состояний. энергия (с позиций статистической физики). Предложите и обоснуйте план исследований по теме	ОК3-31, ОК3 У1, ОК3 В1, ОК3 В2, ОК3 В3, ПВК-1 33, ПВК-1 У3, ПВК-1 В2
19.	Интеграл состояний и термодинамические функции идеального газа. энергия (с позиций статистической физики). Предложите и обоснуйте план исследований по теме	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 У1, ОК3 В1, ОК3 В2, ОК3 В3, ПВК-1 33, ПВК-1 У3, ПВК-1 В2
20.	Статистическое рассмотрение системы взаимодействующих частиц. Приведите примеры учета взаимодействия при анализе явлений природы и техники	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 В1, ОК3 В2, ОК3 В3, ПВК-1 31, ПВК-1 32, ПВК-1 33, ПВК-1 У1, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2
21.	Вывод уравнения состояния реального газа. Предложите план исследовательской работы по данной теме	ОК3-31, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 33, ПВК-1 У3, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2
22.	Идеальные газы. Общее рассмотрение. Разработайте план исследовательских работ по теме «Идеальные газы»	ОК3-31, ОК3 В1, ОК3 В2, ОК3 В3, ПВК-1 32, ПВК-1 У3, ПВК-1 В1
23.	Статистика Бозе-Эйнштейна. Идеальный бозе-газ. Предложите простые аналогии для объяснения особенностей Бозе- частиц	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 33, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 32, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2
24.	Статистика Ферми – Дирака. Идеальный ферми-газ. Приведите примеры физических явлений, которые возможно объяснить с помощью представления о ферми-газе	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 33, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 32, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2
25.	Статистика Больцмана. Идеальный классический	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 В1, ОК3

	газ. Приведите примеры анализа явлений и процессов, объясняемых на основе статистики Больцмана	B2, ПВК-1 31, ПВК-1 32, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2
26.	Методы расчета флуктуаций термодинамических параметров. Приведите примеры применения рассмотренных методов	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 В1, ОК3 В2, ОК3 В3, ПВК-1 31, ПВК-1 32, ПВК-1 33
27.	Флуктуации объема и плотности, температуры, энтропии и давления. Объясните важность темы для практики	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 В1, ОК3 В2, ОК3 В3, ПВК-1 31, ПВК-1 32, ПВК-1 У1, ПВК-1 У2, ПВК-1 В2
28.	Молекулярное рассеяние света. Влияние флуктуаций на точность измерений. Обоснуйте важность темы для различных разделов науки и техники. Предложите способы экспериментального подтверждения влияния флуктуаций на точность измерений.	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 32, ПВК-1 33, ПВК-1 У1, ПВК-1 У2, ПВК-1 В2
29.	Броуновское движение. Предложите темы и планы исследовательских проектов по теме	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 В1, ПВК-1 31, ПВК-1 У2, ПВК-1 У3
30.	Кинетическое уравнение Больцмана. Проанализируйте степень сложности темы и оцените ее значение для современной физики	ОК3-31, ОК3 У1, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 32, ПВК-1 У3, ПВК-1 В2, ПВК-1 В1
31.	<i>При некоторой температуре <math>T=T_K</math> и давлении <math>p=r_K</math> исчезает различие между удельным объемом жидкости <math>V_{ж}</math> и газа <math>V_г</math>. Такое состояние вещества называется критическим, а значения параметров <math>T_K</math>, <math>r_K</math> и <math>V_K</math>, при которых оно наступает, критическими параметрами. Выразить критические параметры <math>T_K</math>, <math>r_K</math> и <math>V_K</math> газа Ван-дер Ваальса через постоянные <math>a</math> и <math>b</math> для этого газа и вычислить критический коэффициент. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
32.	<i>Найти выражения критических параметров <math>T_K</math>, <math>r_K</math> и <math>V_K</math>, исходя из уравнения Дитеричи. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 В3
33.	<i>Вычислить критический коэффициент <math>s</math> для второго уравнения Дитеричи и сравнить его с экспериментальными значениями и значением, полученным из уравнения Ван-дер Ваальса. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 У2, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 В3
34.	<i>Вычислить количество тепла, необходимое для нагревания воздуха от <math>0</math> до <math>20^0</math> С при постоянном объеме, если первоначально он находился при атмосферном давлении и занимал объем <math>27</math> м<sup>3</sup>. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3 33, ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
35.	<i>Найти число столкновений электронов со стенкой в нерелятивистском электронном газе при абсолютном нуле температуры. Какой подход необходимо использовать при решении данной</i>	ОК3 32, ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3

	<i>задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	
36.	<i>Найти полное число фотонов в единице объема равновесного излучения при температуре 2000К. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3 32, ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
37.	<i>В комнату с улицы вносится холодное тело. Показать, что при этом внутренняя энергия тела увеличивается за счет энергии наружного, а не комнатного воздуха и что при отоплении внутренняя энергия и энтропия комнатного воздуха уменьшаются. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3 У1, ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
38.	<i>Выразить относительную флуктуацию энергии системы, подчиняющейся каноническому распределению Гиббса, через среднее значение энергии и модуль канонического распределения. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3 32, ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ОК3 В2, ОК3 В3, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
39.	<i>Температура одного тела <math>T_1=100</math> К, другого <math>T_2=-100</math> К. Чему равна разность температур <math>T_2-T_1</math>? Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 В3
40.	<i>Определить характер спектра собственных значений энергии свободно движущейся частицы в потенциальном ящике с ребром <math>l</math> м в бесконечном пространстве. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3 32, ОК3 У1, ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
41.	<i>Вывести условие, при котором различные квантовые статистики совпадают. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3 32, ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
42.	<i>Найти полное число фотонов в <math>1 \text{ см}^3</math> равновесного излучения при температуре 1000 К. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3 32, ОК3 У1, ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
43.	<i>Вычислить температуру вырождения и давление для ультрарелятивистского газа Ферми. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3 32, ОК3 У1, ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
44.	<i>Как метод Больцмана иллюстрирует необратимость термодинамических процессов? Приведите примеры. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ПВК-1 31, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
45.	<i>Материальная точка совершает колебания по закону <math>x = a \cos(\omega t)</math>. Найти вероятность ее обнаружения на отрезке <math>(x, x + dx)</math>. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3-31, ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ОК3 В2, ОК3 В3, ПВК-1 У1, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
46.	<i>Найти по теореме о вириале среднюю энергию</i>	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 У1, ОК3

	<i>осциллятора с потенциальной энергией <math>U = ax^4</math>. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	У2, ОКЗ У3, ОКЗ В1, ОКЗ В2, ОКЗ В3, ПВК-1 З1, ПВК-1 У1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
47.	<i>Показать, что число ударов молекул газа о единичную площадь поверхности сосуда за 1 секунду может быть записано в виде <math>v=n\sqrt{V}/4</math>, где <math>n</math> – число молекул в единице объема. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОКЗ-31, ОКЗ 32, ОКЗ 33, ОКЗ У1, ОКЗ У2, ОКЗ У3, ОКЗ В1, ОКЗ В2, ОКЗ В3, ПВК-1 З1, ПВК-1 У1, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
48.	<i>При какой температуре среднеквадратичная скорость молекул кислорода <math>O_2</math> равна такой же скорости молекул азота <math>N_2</math>, взятого при температуре <math>100^0</math> С ? Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОКЗ-31, ОКЗ 32, ОКЗ 33, ОКЗ У1, ОКЗ У2, ОКЗ У3, ОКЗ В1, ОКЗ В2, ОКЗ В3, ПВК-1 З1, ПВК-1 У1, ПВК-1 У2, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
49.	<i>Подсчитать число частиц идеального газа, скорости которых заключены в интервале от нуля до вероятной скорости, взятой из распределения Максвелла. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОКЗ-31, ОКЗ 32, ОКЗ 33, ОКЗ У1, ОКЗ У2, ОКЗ У3, ОКЗ В1, ОКЗ В2, ОКЗ В3, ПВК-1 З1, ПВК-1 У1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
50.	<i>Какая часть молекул идеального газа имеет кинетическую энергию поступательного движения выше средней? Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОКЗ-31, ОКЗ 32, ОКЗ 33, ОКЗ У1, ОКЗ У2, ОКЗ У3, ОКЗ В1, ОКЗ В2, ОКЗ В3, ПВК-1 З1, ПВК-1 У1, ПВК-1 У2, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
51.	<i>Определить, какая из двух средних величин, <math>\langle l/v \rangle</math> или <math>l/\langle v \rangle</math>, больше, и найти их отношение <math>k</math>. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОКЗ-31, ОКЗ 32, ОКЗ У1, ОКЗ У2, ОКЗ У3, ОКЗ В1, ОКЗ В2, ОКЗ В3, ПВК-1 З1, ПВК-1 У1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
52.	<i>Найти среднюю продолжительность <math>\langle \tau \rangle</math> свободного пробега молекул кислорода при температуре <math>T=250</math> К и давлении <math>p=100</math> Па. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОКЗ-31, ОКЗ 32, ОКЗ 33, ОКЗ У1, ОКЗ У2, ОКЗ У3, ОКЗ В1, ОКЗ В2, ОКЗ В3, ПВК-1 З1, ПВК-1 У1, ПВК-1 У2, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
53.	<i>Найти зависимость средней длины свободного пробега <math>\langle l \rangle</math> молекул идеального газа от давления <math>p</math> при следующих процессах: 1) изохорном; 2) изотермическом. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОКЗ-31, ОКЗ 32, ОКЗ У1, ОКЗ У2, ОКЗ У3, ОКЗ В1, ОКЗ В2, ОКЗ В3, ПВК-1 З1, ПВК-1 У1, ПВК-1 У2, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
54.	<i>Баллон вместимостью <math>V=10</math> л содержит водород массой <math>m=1</math> г. Определить среднюю длину свободного пробега <math>\langle l \rangle</math> молекул. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОКЗ-31, ОКЗ 32, ОКЗ У1, ОКЗ У2, ОКЗ У3, ОКЗ В1, ОКЗ В2, ОКЗ В3, ПВК-1 З1, ПВК-1 У1, ПВК-1 У2, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
55.	<i>Определить долю <math>w</math> молекул, энергия которых заключена в пределах от <math>\epsilon_1=0</math> до <math>\epsilon_2=0,01kT</math>. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОКЗ-31, ОКЗ 32, ОКЗ У1, ОКЗ У2, ОКЗ У3, ОКЗ В1, ОКЗ В2, ОКЗ В3, ПВК-1 З1, ПВК-1 У1, ПВК-1 В3
56.	<i>Одинаковые частицы массой <math>m=10^{-12}</math> г каждая распределены в однородном гравитационном поле напряженностью <math>G=0,2</math> мкН/кг. Определить</i>	ОКЗ-31, ОКЗ 32, ОКЗ 33, ОКЗ У1, ОКЗ У2, ОКЗ У3, ОКЗ В1, ОКЗ В2, ОКЗ В3, ПВК-1 З1,

	<i>отношение <math>n_1/n_2</math> концентраций частиц, находящихся на эквипотенциальных уровнях, отстоящих друг от друга на <math>\Delta z=10</math> м. Температура <math>T</math> во всех слоях считается одинаковой и равной 290 К. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ПВК-1 У1, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
57.	<i>Найдите среднее значение потенциальной энергии молекул газа, находящихся в сосуде высотой <math>h</math> в однородном поле тяжести. Проведите анализ полученной величины для разных значений высоты сосуда и температуры. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ОК3 В2, ОК3 В3, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
58.	<i>Какая доля молекул кислорода земной атмосферы при температуре <math>T=300</math> К может преодолеть гравитационное поле Земли? Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ОК3 В2, ОК3 В3, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
59.	<i>Найти фазовый объем, занимаемый линейным гармоническим осциллятором. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 У1, ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3
60.	<i>Записать в классическом приближении распределение Гиббса по энергии для линейного гармонического осциллятора и найти среднее значение его энергии. Какой подход необходимо использовать при решении данной задачи? Обоснуйте свой выбор</i>	ОК3-31, ОК3 32, ОК3 33, ОК3 У1, ОК3 У2, ОК3 У3, ОК3 В1, ОК3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 В1, ПВК-1 В2, ПВК-1 В3



## **ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)**

Результаты выполнения обучающимся заданий на зачете оцениваются по шкале «зачтено» - «не зачтено».

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине **Статистическая физика** (Таблица 2.5 рабочей программы дисциплины).

«Зачтено» – оценка соответствует повышенному и пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный 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, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«Не зачтено» - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.