

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**КАФЕДРА ФИЗИКА**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель образовательной программы

Декан физико-математического факультета

\_\_\_\_\_/ Нальгиева М. А.  
от « 21 » 05 2024г.

\_\_\_\_\_/ Кульбужев Б. С.  
от « 21 » 05 2024г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Статистическая физика»**

( индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля) )

Направление подготовки –

**03.03.02 Физика**

(код, наименование)

Направленность: **Физика**

Квалификация выпускника – *бакалавр физики*

Форма обучения очная

Магас, 2024

Фонд оценочных средств по дисциплине «Статистическая физика» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать освоение обучающимися профессиональных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, предусмотренных Федеральным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.03.02\_ Физика (квалификация «Бакалавр») и рабочей программой дисциплины «Статистическая физика».

#### **Назначение фонда оценочных средств**

Фонд оценочных средств (ФОС) составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Статистическая физика» на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей основной профессиональной образовательной программы (ОПОП). ФОС является составной частью рабочей программы дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Статистическая физика» включает в себя: перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП; описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания; типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП; методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- объективности: разные студенты должны иметь равные возможности добиться успеха.

Основными параметрами и свойствами ФОС являются:

- предметная направленность (соответствие предмету изучения конкретной учебной дисциплины);
- содержание (состав и взаимосвязь структурных единиц, образующих содержание теоретической и практической составляющих учебной дисциплины);
- объем (количественный состав оценочных средств, входящих в ФОС);
- качество оценочных средств и ФОС в целом, обеспечивающее получение объективных и достоверных результатов при проведении контроля с различными целями.

### **1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

#### **1.1 Перечень формируемых компетенций**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи. УК-1.2. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения	Знать: Анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие Уметь: Осуществлять поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов

		<p>поставленной задачи.</p> <p>УК-1.3. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p> <p>УК-1.4. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.</p> <p>УК-1.5. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p>Владеть: При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения</p>
ПК -3	<p>готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований</p>	<p>ПК-3.1. Понимает физические основы методов и средства преобразования информации, обмена информацией на расстоянии с помощью радиоэлектронных средств и технологий.</p> <p>ПК-3.2. Владеет методологией математического моделирования физических процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ.</p> <p>ПК-3.3. Применяет цифровую технику при обработке данных при соблюдении основных требований информационной безопасности.</p> <p>ПК-3.4. Применяет современные информационные средства при подготовке данных при составлении обзоров, отчетов и научных публикаций.</p>	<p>Владеть: методами нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований.</p> <p>Уметь: осмысленно выбирать научный метод проведения физических исследований.</p> <p>Знать: способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований</p>

## 1.2 ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия теории вероятности и математической статистики.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
2.	Основные представления классической стат. физики.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
3	Фазовые пространства. Эргодическая	УК-1	Опрос.

	гипотеза.	ПК -3	Практическое занятие. Тест
4	Стационарные функции распределения. Микроканоническое распределение.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
5	Каноническое распределение Гиббса. Физический параметров канонического распределения.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
6	Интеграл состояний, статистическая сумма. Энтропия и ее связь с вероятностью состояний.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
7	Распределение Максвелла-Больцмана. Барометрическая формула.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
8	Большое каноническое распределение Гиббса. Физический смысл химического потенциала.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
9	Применение статистического метода к квантовым статистикам.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
10	Статистики Максвелла-Больцмана, Бозе-Эйнштейна, Ферми-Дирака и их сопоставление.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
11	Теория флуктуаций. Определение корреляционных моментов как основная задача теории флуктуации.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест

**Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

код компетенции	Этапы формирования компетенций (темы дисциплин)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
УК-1.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

**II. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ**

**2.1 Структура фонда оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации**

№ темы	код контролируемой компетенции или ее части	Наименование оценочного средства	
		текущий контроль	промежуточная аттестация
1	УК-1 ПК -3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
2	УК-1 ПК -3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
3	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения;	Зачетные вопросы

		-задачи.	
4	УК-1 ПК -3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
5	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
6	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
7	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
8	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
9	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
10	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
11	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы

## 2.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ ПО ВИДАМ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<b>УСТНЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА</b>			
1	Собеседование, устный опрос	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины,	Вопросы по темам/разделам дисциплины

		организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	
3	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
<b>ПИСЬМЕННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА</b>			
4	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
5	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
6	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
7	Лабораторная работа	Средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу	Комплект лабораторных заданий
8	Задача	Это средство раскрытия связи между данными и искомым, заданные условием задачи, на основе чего надо выбрать, а затем выполнить действия, в том числе арифметические, и дать ответ на вопрос задачи	Задания по задачам

#### **А) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ОТВЕТОВ НА УСТНЫЕ ВОПРОСЫ**

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов	Оценка/зачет
1	1) полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не	10	отлично

	только по учебнику, но и самостоятельно составлен-ные; 3) излагает материал последовательно и правильно.		
2	студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.	8	хорошо
3	студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки	5-6	удовлетвори-тельно
4	студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает ма-териал; отмечаются такие недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом	0	неудовле-творительно

#### **Б) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ**

№ п/п	тестовые нормы: % правильных ответов	Количество баллов
1	90-100 %	9-10
2	80-89%	7-8
3	70-79%	5-6
4	50-59%	3-4
5	50-59%	1-2
6	менее 50%	0

#### **В) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ**

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов
1	Полное верное решение. В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задача решена рациональным способом. Получен правильный ответ. Ясно описан способ решения	9-10
2	Верное решение, но имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение, такие как небольшие логические пропуски, не связанные с основной идеей решения. Решение оформлено не вполне аккуратно, но это не мешает пониманию решения.	7-8
3	Решение в целом верное. В логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок, но задача решена неоптимальным способом или допущено не более двух незначительных ошибок. В работе присутствуют арифметическая ошибка, механическая ошибка или описка при переписывании выкладок или ответа, не исказившие экономическое	5-6

	содержание ответа.	
4	В логическом рассуждении и решении нет ошибок, но допущена существенная ошибка в математических расчетах. При объяснении сложного экономического явления указаны не все существенные факторы	3-4
5	Имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении. Рассчитанное значение искомой величины искажает экономическое содержание ответа. Доказаны вспомогательные утверждения, помогающие в решении задачи.	2
6	Рассмотрены отдельные случаи при отсутствии решения. Отсутствует окончательный численный ответ (если он предусмотрен в задаче). Правильный ответ угадан, а выстроенное под него решение - безосновательно	1
7	Решение неверное или отсутствует	0

#### **Г) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕФЕРАТОВ**

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов
1	Выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы	9-10
2	Основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.	7-8
3	Имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы	4-6
4	Тема освоена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.	1-3
5	Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы	0

#### **Д) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов
1	Абсолютное понимание сути вопросов, безукоризненное знание основных понятий и положений, логически и лексически грамотно изложенные, содержательные, аргументированные и исчерпывающие ответы	19-20
2	Глубокое твердое знание основных понятий и положений по вопросам, структурированные, последовательные, полные, правильные ответы	17-18
3	Глубокие знания материала, правильное понимание сути вопросов, знание основных понятий и положений по вопросам,	15-16



	содержательные, полные и конкретные ответ на вопросы. Наличие несущественных или технических ошибок	
4	Твердые, достаточно полные знания, хорошее понимание сути вопросов, правильные ответы на вопросы, минимальное количество неточностей, небрежное оформление	13-14
5	Твердые, но недостаточно полные знания, по сути верное понимание вопросов, в целом правильные ответы на вопросы, наличие неточностей, небрежное оформление	11-12
6	Общие знания, недостаточное понимание сути вопросов, на-личие большого числа неточностей, небрежное оформление	9-10
7	Относительные знания, наличие ошибок, небрежное оформление	5-8
8	Поверхностные знания, наличие грубых ошибок, отсутствие логики изложения материала	1-4
9	Отсутствие ответа, дан ответ на другие вопросы, списывание в ходе выполнения работы, наличие на рабочем месте тех-нических средств, в том числе телефона	0

### **III ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСОВЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

#### **Самостоятельная работа.**

1. Теория вероятностей и математическая статистика. Закон больших чисел. Среднее значения. Уклонение от средних. Дисперсия. Корреляция. Неравенство Чебышева. Средние от функций случайной величины.
2. Некоторые общие свойства канонического распределения и его связь с микроканоническом распределением.
3. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы и теоремы о вириале.
4. Теплоемкость твердых тел. Классическая и квантовая теория теплоемкостей кристаллов.
5. Теория идеальных газов. Классическая функция распределения идеального газа.  $\mu$  пространство и числа заполнения.
6. Статистика квантовых систем. Приложение статистики Бозе-Эйнштейна к фотонному газу.

#### **Практические занятия.**

Задачи по курсу стат. физики:

1. Показать, что дифференциальное выражение для элементарной работы не является полным дифференциалом какой – либо функции параметров состояния системы.
2. Доказать, что для всякой средней обобщенной силы  $A_i$  соответственной сопряженному внешнему параметру  $a$ , имеет место тождество

$$\left(\frac{\partial T}{\partial A}\right)_a \left(\frac{\partial A}{\partial a}\right)_T \left(\frac{\partial a}{\partial T}\right)_A = -1.$$

3. Установить связь между термическими коэффициентами

$$\alpha = \frac{1}{V_0} \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right); \beta = -\frac{1}{V_0} \left(\frac{\partial v}{\partial P}\right); \gamma = \frac{1}{p_0} \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right).$$

где  $v_0$ ,  $p_0$ -соответственно средний объем и среднее давление в произвольной термодинамической системе.

4. Для идеального газа  $pV = \Theta$ ,  $C_v = \text{const}$  получить уравнение адиабаты  $p = p(V)$ .
  5. Показать, что для идеального газа  $pV = \Theta$  удельная теплоемкость  $C_p = C_v + 1$ .
  6. Определить КПД тепловой машины работающей по циклу, пересеченных по циклу, состоящих из двух изотерм  $\Theta = \Theta_1$  и  $\Theta = \Theta_2$ , пересеченных двумя адиабатами.
  7. Показать, что КПД теплового двигателя не может превышать КПД цикла Карно, работающего в том же диапазоне температур.
  8. Полагая, что давление равновесного излучения  $p$  равно трети плотности его энергии  $U = E/V$ , получить температурную зависимость  $U = U(\Theta)$ .
  9. Считая  $ds = 1/\Theta(dE + pdV)$  полным дифференциалом в переменных  $(\Theta, V)$ , выразить величину  $\left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial V}\right)_\Theta$  через уравнение состояния  $p = p(\Theta, V)$ .
  10. Указать условия, при которых равновесное состояние системы соответствует максимальному значению энтропии.
  11. Указать условия, при которых равновесное состояние системы соответствует минимальному значению свободной энергии.
  12. Внутренняя энергия  $U$  единицы объема газа является функцией только  $\Theta$ , а уравнение состояния газа имеет вид  $p = \frac{u(\Theta)}{3}$ . Определить функциональную форму  $U(\Theta)$ .
  13. Вывести выражение для энтропии идеального газа для случая, когда удельная теплоемкость при постоянном объеме  $C_v = C_v^0 = \text{const}$ .
  14. Для газа заданы соотношения:  
а)  $pV = f(\Theta)$  и б)  $\left(\frac{\partial u}{\partial V}\right)_\Theta = 0$ .
- Показать, что  $f(\Theta)$  имеет смысл абсолютной температуры. Здесь  $\Theta$  - температура в некоторой произвольной температурной шкале,  $p$  - давление,  $V$  - объем и  $u$  - внутренняя энергия.
15. Методом циклов найти зависимость ЭДС гальванического элемента от температуры.

### Статистическая физика.

1. Найти дисперсию  $(\overline{\Delta X^2})$  при равномерном распределении величины  $x$  в интервале  $a$  и  $b$ .
2. Вычислить якобиан преобразования  $D$  от декартовых координат к сферическим.
3. Получить выражение для вероятности. Найти гармонически колеблющуюся точку в определенном интервале  $dx$  на линии. Показать, что  $(A - \bar{A})(B - \bar{B}) = AB - \bar{A}\bar{B}$ .
4. Определить среднюю скорость молекул водорода, азота, кислорода при 273К.
5. Определить скорость, соответствующую максимуму плотности распределения для водорода и гелия, если температура равна 273К. Относительная молекулярная масса водорода и гелия равна соответственно  $M_{H_2} = 2,016$  и  $M_{He} = 4,003$ .
6. Построить фазовую траекторию для свободно падающей частицы.
7. Подтвердить теорему Лиувилля для материальной точки, движущейся по инерции.
8. Построить фазовую траекторию для частицы, движущейся по инерции.
9. Определить и начертить фазовую траекторию для физического маятника массы  $m$ , момент инерции которого равен  $J$  и приведенная длина  $L$  для случая  $H_0 > 2mgL$ , где  $H_0$  - начальная энергия маятника.
10. Определить нормировочный делитель  $\Omega(E)$  микроканонического распределения Гиббса для системы, состоящей из совокупности  $N$ - частиц идеального одноатомного газа.
11. Используя каноническое распределение Гиббса, получить распределение Максвелла как вероятность того, что скорость любой частицы заданной системы лежит в интервалах  $[v_x, v_x + dv_x], [v_y, v_y + dv_y], [v_z, v_z + dv_z]$

12. Используя распределение Гиббса, найти для идеального газа, насыщенного во внешнее потенциальное силовое поле  $U(x, y, z)$ , вероятность того, что координаты любой частицы газа будут лежать в интервалах

$$[x, x+dx], [y, y+dy], [z, z+dz]$$

13. Показать что каноническое распределение Гиббса для систем с очень большим числом частиц (при  $N \rightarrow \infty$ ), переходит в микроканоническое.

14. Показать, что для равновесной классической нерелятивистской системы средняя кинетическая энергия частицы равна  $\frac{3}{2}\Theta$ .

15. Определить среднее число частиц идеального классического газа, падающих за  $1\text{см}^2$  стенки.

16. Исходя из уравнений Гиббса для классической системы, показать, что  $p_k \frac{\partial H}{\partial p_k} = r_k \frac{\partial H}{\partial r_k} = \Theta$  и

провести примеры этих соотношений.

17. Для вырожденного ( $\Theta=0$ ) идеального Ферми-газа определить граничные значения импульса и энергии частиц.

18. Для идеального нерелятивистского Бозе-газа определить точку  $\Theta_0$  начала Бозе-конденсации.

19. определить парамагнитную восприимчивость идеального Ферми-газа, связанную с наличием у его частиц собственного магнитного момента.

1. Исходя из уравнения Эйнштейна-Фокера-Планка, определить средний квадрат смещения броуновской частицы, находящейся в поле силы тяжести.

2. Частицы диффундируют в стационарном режиме через одномерный потенциальный барьер  $U(x)$ . Найти плотность потока частиц, если известна плотность числа частиц в сечениях  $x_1$  и  $x_2$ .

3. Легкий маятник совершает случайные колебания под действием ударов молекул воздуха. Длина маятника  $L$ , масса  $m$ , случайный угол отклонения от вертикали  $\varphi$ . Найти  $\langle \varphi^2 \rangle$  и  $\langle \varphi^4 \rangle$ , считая средние отклонения маятника малыми.

4. Найти среднеквадратичную флуктуацию дипольного момента газа, состоящего из жестких электрических диполей.

### 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

### **Контрольные вопросы.**

1. Основные понятия теории вероятности.
2. Вероятность как число.
3. Случайная величина.
4. Сложение вероятностей.
5. Условие нормировки.
6. Умножение вероятностей.
7. Биноминальное распределение.
8. Средние значения.
9. Уклонение от средних. Дисперсия.
10. Корреляция.
11. Неравенство Чебышева.
12. Закон больших чисел.
13. Средние от функций случайных величин.
14. Основные представления классической статистической физики. Невозможность последовательного механического описания физических систем многих частиц.
15. Макроскопическое и микроскопическое описание системы в термодинамическом равновесии.
16. Канонические уравнения или уравнения Гамильтона.
17. Интегралы движения. Скобки Пуассона.
18. Фазовое пространство.
19. Расчет фазовой траектории гармонического осциллятора.
20. Элемент фазового объема. Вероятность нахождения системы в фазовом пространстве.
21. Теорема Лиувилля.
22. Макроскопические величины, как фазовые средние. Эргодическая гипотеза.
23. Стационарные функции распределения. Микроканоническое распределение.
24. Каноническое распределение Гиббса.
25. Свойства канонического распределения.
26. Физический смысл параметров канонического распределения.
27. Распределение Максвелла-Больцмана.
28. Большое каноническое распределение Гиббса.
29. Энтропия и ее связь с вероятностью состояния.

30. Основы квантовой статистики. Квантовые системы и их свойства.
31. Описание квантовых систем.
32. Применение статистического метода к квантовым системам.
33. Метод ячеек Больцмана.
34. Статистики квантовых систем.
35. Сопоставление квантовых статистик.

## Тесты

### Тест 1

1. С каким утверждением Вы согласны?
  - 1) чем больше членов коллектива молекул, тем точнее статистические предсказания;
  - 2) чем меньше членов коллектива молекул, тем точнее статистические предсказания;
  - 3) чем больше членов коллектива молекул, тем менее точны статистические предсказания;
  - 4) статистические закономерности теряют смысл при переходе к системам с большим числом частиц;
  - 5) точность статистических предсказаний не зависит от числа членов коллектива молекул.
2. Какое утверждение является определением флуктуации?
  - 1) отклонение от среднего квадратичного значения называется флуктуацией;
  - 2) отклонение от наиболее вероятного значения называется флуктуацией;
  - 3) отклонение от среднего значения называется флуктуацией;
  - 4) отклонение от максимального значения называется флуктуацией;
  - 5) отклонение от минимального значения называется флуктуацией.
3. Что такое статистический вес или термодинамическая вероятность?
  - 1) число различных микросостояний, соответствующих данному макросостоянию;
  - 2) число различных макросостояний, соответствующих данному микросостоянию;
  - 3) число различных микросостояний, соответствующих различным макросостояниям;
  - 4) число различных макросостояний, соответствующих различным микросостояниям;
  - 5) это то же, что и математическая вероятность.
4. Дайте определение равновесного состояния.
  - 1) макросостояние, которое не имеет тенденции к изменению с течением времени;
  - 2) макросостояние, которое имеет тенденцию к изменению с течением времени;
  - 3) микросостояние, которое не имеет тенденции к изменению с течением времени;
  - 4) микросостояние, которое имеет тенденцию к изменению с течением времени;
  - 5) любое макросостояние.
5. Как связана энтропия со статистическим весом?
  - 1) энтропия пропорциональна статистическому весу;
  - 2) энтропия пропорциональна логарифму статистического веса;
  - 3) энтропия обратно пропорциональна логарифму статистического веса;
  - 4) энтропия пропорциональна квадрату статистического веса;
  - 5) энтропия пропорциональна кубу статистического веса.
6. Какая из трёх характерных скоростей больше:
  - 1) средняя;
  - 2) средняя квадратичная;
  - 3) наиболее вероятная;
  - 4) они все равны;
  - 5) их нельзя сравнивать.
7. Выбрать правильное утверждение
  - 1) максимум кривой распределения Максвелла по скоростям при увеличении температуры смещается вправо и наиболее вероятная скорость увеличивается;
  - 2) максимум кривой распределения Максвелла по скоростям при увеличении температуры смещается влево и наиболее вероятная скорость увеличивается;

- 3) максимум кривой распределения Максвелла по скоростям при увеличении температуры смещается вправо и наиболее вероятная скорость уменьшается;  
 максимум кривой распределения Максвелла по скоростям при увеличении температуры смещается влево и наиболее вероятная скорость уменьшается;  
 5) максимум кривой распределения Максвелла по скоростям при увеличении температуры не изменяется.
8. Чему равна средняя энергия поступательного движения молекулы идеального газа?
- 1)  $kT$ ;
  - 2)  $(1/2) kT$ ;
  - 3)  $(3/2) kT$ ;
  - 4)  $2kT$ ;
  - 5)  $3kT$ .
9. Как давление идеального газа при данной температуре связано с концентрацией молекул?
- 1) обратно пропорционально концентрации его молекул;
  - 2) прямо пропорционально концентрации его молекул;
  - 3) равно концентрации его молекул;
  - 4) изменяется по экспоненциальному закону;
  - 5) изменяется по закону синуса.
10. Сколько степеней свободы  $i$  имеет одноатомная молекула?
- 1) 3 поступательные и 3 вращательные;
  - 2) 3 вращательные;
  - 3) 3 колебательные;
  - 4) 3 поступательные и 2 вращательные;
  - 5) 3 поступательные.
11. Записать барометрическую формулу. Здесь  $m_0$  - масса молекулы,  $M$  - молярная масса.
- 1)  $p = p_0 - \exp(-5m_0gh/kT)$ ;
  - 2)  $p = p_0 - \exp(-m_0gh/RT)$ ;
  - 3)  $p = p_0 \exp(-Mgh/kT)$ ;
  - 4)  $p = p_0 - Q \exp(-Mgh/RT)$ ;
  - 5)  $p = p_0 - \exp(-2Mgh/RT)$ .
12. Уровень Ферми представляет собой энергетический уровень, вероятность заполнения которого равна
- 1)  $1/8$ ;
  - 2)  $1/4$ ;
  - 3)  $1/3$ ;
  - 4)  $2/3$ ;
  - 5)  $1/2$ .

## Тест 2

1. Как связано относительное отклонение наблюдаемой физической величины с числом частиц  $N$  в системе?
- 1) прямо пропорционально
  - 2) обратно пропорционально;
  - 3) обратно пропорционально  $N$ ;
  - 4) прямо пропорционально  $N$ ;
  - 5) прямо пропорционально  $N^2$ .
2. Какова связь между равновесным состоянием изолированной системы и статистическим весом?
- 1) равновесное состояние изолированной системы это такое состояние, статистический вес которого минимален;
  - 2) равновесное состояние изолированной системы это такое состояние, статистический вес которого максимален;

- 3) равновесное состояние изолированной системы это такое состояние, статистический вес которого равен 0;
- 4) равновесное состояние изолированной системы это такое состояние, статистический вес которого равен 1;
- 5) нет связи между равновесным состоянием изолированной системы и статистическим весом.
3. За счёт чего может измениться внутренняя энергия системы?
  - 1) только за счёт обмена теплом;
  - 2) только за счёт совершения работы;
  - 3) только за счёт изменения числа частиц в системе;
  - 4) за счёт обмена теплом, совершения работы и за счёт изменения числа частиц в системе;
  - 5) за счёт обмена теплом и за счёт изменения числа частиц в системе.
4. Выберите правильное утверждение.
  - 1) энтропия системы, находящейся в равновесном состоянии, минимальна;
  - 2) энтропия системы, находящейся в равновесном состоянии, максимальна;
  - 3) энтропия системы, находящейся в неравновесном состоянии, максимальна;
  - 4) энтропия системы, находящейся в неравновесном состоянии, минимальна;
  - 5) энтропия системы, находящейся в любом состоянии, максимальна.
5. Какая из трёх характерных скоростей меньше:
  - 1) средняя;
  - 2) средняя квадратичная;
  - 3) наиболее вероятная;
  - 4) они все равны;
  - 5) их нельзя сравнивать.
6. Можно ли считать, что средние энергии поступательного движения одной молекулы для гелия и азота одинаковы при одной и той же температуре?
  - 1) Да;
  - 2) нет;
  - 3) для гелия больше;
  - 4) для азота больше;
  - 5) их нельзя сравнивать.
7. Сколько степеней свободы имеет двухатомная молекула с жёсткой связью?
  - 1) 3 поступательные;
  - 2) 3 вращательные;
  - 3) 3 колебательные;
  - 4) 3 поступательные и 2 вращательные;
  - 5) 3 поступательные и 3 вращательные.
8. Уровень Ферми соответствует
  - 1) максимальной энергии, которой может обладать электрон при абсолютном нуле;
  - 2) минимальной энергии, которой может обладать электрон при абсолютном нуле;
  - 3) максимальной энергии, которой может обладать электрон при любой температуре;
  - 4) минимальной энергии, которой может обладать электрон при любой температуре;
  - 5) максимальной энергии, которой может обладать электрон при температуре, большей нуля.
9. Определить функцию распределения Ферми-Дирака при  $T \rightarrow 0$  для электрона, находящегося на уровне Ферми.
  - 1) 1;
  - 2)  $1/2$ ;
  - 3)  $1/4$ ;
  - 4)  $1/6$ ;
  - 5)  $1/8$ .

### Тест 3

1. Какие параметры называются макроскопическими или термодинамическими!

- 1) параметры, описывающие систему в целом;
  - 2) микроскопические параметры атомов;
  - 3) координаты атомов;
  - 4) скорости атомов;
  - 5) энергии межатомного взаимодействия.
2. Что такое статистический метод описания систем многих частиц?
- 1) метод описания системы в целом, не интересующийся внутренними атомными механизмами физических процессов и не принимающий во внимание внутреннюю структуру систем, считающий любую систему по существу сплошной средой;
  - 2) метод описания свойств системы, записывая уравнение движения для каждого атома в системе;
  - 3) метод описания систем, учитывающий их атомную структуру и вероятностные распределения микропараметров системы;
  - 4) метод описания поведения системы, используя законы механики;
  - 5) метод, изучающий свойства макроскопических тел и протекающие в них процессы, не вдаваясь в микроскопическую природу тел.
3. Сколько молекул содержится в 1 моле вещества?
- 1)  $N = 6,02 \cdot 10^{23}$  молекул;
  - 2)  $N = 6,02 \cdot 10$  молекул;
  - 3)  $N = 6,02 \cdot 10^{10}$  молекул;
  - 4)  $N = 6,02 \cdot 10^{15}$  молекул;
  - 5)  $N = 6,02 \cdot 10^{20}$  молекул;
4. Определить среднюю арифметическую скорость молекул кислорода при  $273^\circ\text{K}$ .
- 1) 1700 м/с;
  - 2) 454 м/с;
  - 3) 425 м/с;
  - 4) 470 м/с;
  - 5) 440 м/с.
5. Отношение средней арифметической скорости молекул идеального газа к их вероятной скорости равно
- 1) МЗ;
  - 2) 2,24
  - 3) 3,18;
  - 4) 4,98;
  - 5) 5,16.
6. В запаянном стеклянном баллоне заключён моль одноатомного идеального газа при термодинамической температуре  $T$ . На сколько нужно повысить температуру газа, чтобы средняя арифметическая скорость его молекул увеличилась на 1%?
- 1)  $\Delta T = 0,02 \cdot T$ ;
  - 2)  $\Delta T = 1,02 \cdot T$ ;
  - 3)  $\Delta T = 2,02 \cdot T$ ;
  - 4)  $\Delta T = 3,02 \cdot T$ ;
  - 5)  $\Delta T = 4,02 \cdot T$ .
7. Как смещается максимум кривой распределения Максвелла по скоростям при увеличении температуры?
- 1) смещается вправо;
  - 2) смещается влево;
  - 3) не изменяется;
  - 4) функция распределения Максвелла не имеет максимума;
  - 5) не зависит от температуры



8. Как зависит средняя квадратичная скорость молекул идеального газа от термодинамической температуры?

- 1) пропорциональна квадрату термодинамической температуры;
- 2) обратно пропорциональна квадратному корню из термодинамической температуры;
- 3) пропорциональна термодинамической температуре;
- 4) обратно пропорциональна термодинамической температуре;
- 5) пропорциональна квадратному корню из термодинамической температуры.

9. Выберите правильное утверждение

- 1) давление убывает с высотой тем быстрее, чем тяжелее газ;
- 2) давление убывает с высотой тем быстрее, чем легче газ;
- 3) давление с изменением высоты не изменяется;
- 4) давление с изменением температуры не изменяется;
- 5) давление убывает с высотой тем быстрее, чем выше температура.

10. Самолёт летит на высоте 8300 м при температуре за бортом  $t = 0^\circ\text{C}$ . Найти давление воздуха за бортом самолёта (молярная масса воздуха  $M = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ ).

- 1) 100 кПа;
- 2) 10 кПа;
- 3) 73 кПа;
- 4) 35 кПа;
- 5) 89 кПа.

11. Функция распределения Ферми-Дирака применима для

- 1) частиц с полуцелым спином;
- 2) частиц с целым спином;
- 3) частиц с любым спином;
- 4) фотонов;
- 5) фононов.

12. Функция распределения Бозе-Эйнштейна применима для

- 1) частиц с целым или нулевым значением спина;
- 2) частиц с полуцелым спином;
- 3) частиц с любым спином;
- 4) электронов;
- 5) протонов.

#### Тест 4

1. Что такое динамический метод описания систем многих частиц?

- 1) метод описания системы в целом, не интересующийся внутренними атомными механизмами физических процессов и не принимающий во внимание внутреннюю структуру систем, считающий любую систему по существу сплошной средой;
- 2) метод описания свойств системы, записывая уравнение движения для каждого атома в системе;
- 3) метод описания систем, учитывающий их атомную структуру и вероятностные распределения микропараметров системы;
- 4) метод описания поведения системы, основанный на использовании теории вероятностей;
- 5) метод, изучающий свойства макроскопических тел и протекающие в них процессы, не вдаваясь в микроскопическую природу тел

2. Сколько молекул слева и справа в сосуде, мысленно разделённом на две половины, в наиболее вероятном состоянии, если в сосуде всего 4 молекулы?

- 1) 1 и 3;
- 2) 0 и 4;
- 3) 2 и 2;
- 4) 3 и 1;
- 5) 4 и 0.

3. Дайте определение необратимого процесса.
- 1) процесс, обратный которому вероятен;
  - 2) процесс, обратный которому невозможен;
  - 3) процесс, вероятность которого равна  $1/4$
  - 4) процесс, вероятность которого равна;
  - 5) все процессы необратимые.
4. Выберите правильное утверждение:
- 1) в состоянии теплового равновесия любой макропараметр системы изменяется с течением времени;
  - 2) неравновесное состояние может быть изображено точкой на диаграмме;
  - 3) в состоянии теплового равновесия любой макропараметр системы не изменяется с течением времени;
  - 4) в равновесном состоянии хотя бы один параметр не будет иметь определённого значения;
  - 5) равновесный процесс не может быть проведён в обратном направлении.
5. Какие микрочастицы стремятся к «уединению»?
- 1) фотоны и фононы;
  - 2) бозоны;
  - 3) все микрочастицы;
  - 4) нет таких микрочастиц;
  - 5) фермионы.
6. Выберите правильное утверждение
- 1) вырожденные коллективы частиц могут образовываться из классических объектов;
  - 2) вырожденные коллективы частиц могут образовываться только из квантовомеханических объектов;
  - 3) если выполняется условие невырожденности, то микрообъекты будут часто встречаться;
  - 4) у квантовомеханических объектов число состояний  $G$  всегда бесконечно большое;
  - 5) у классических объектов число возможных состояний  $G$  может быть конечным.
7. Рассмотрим опыт Перрена по определению числа Авогадро. С какими утверждениями Вы согласны?
- 1) воспользовавшись идеей распределения молекул по высоте, Перрен исследовал Броуновское движение частиц;
  - 2) воспользовавшись идеей распределения молекул по скоростям, Перрен исследовал Броуновское движение частиц;
  - 3) воспользовавшись распределением Бозе-Эйнштейна, Перрен исследовал Броуновское движение частиц;
  - 4) воспользовавшись идеей распределения молекул по импульсам, Перрен исследовал Броуновское движение частиц;
  - 5) воспользовавшись распределением Ферми-Дирака, Перрен исследовал Броуновское движение частиц
8. Термодинамическая температура некоторого газа увеличилась в 4 раза. Как изменилось значение наиболее вероятной скорости?
- 1) Увеличилось в 4 раза;
  - 2) уменьшилось в 4 раза;
  - 3) увеличилось в 2 раза;
  - 4) уменьшилось в 2 раза;
  - 5) не изменилось.
9. С какими утверждениями Вы согласны?
- 1) Работа является функцией состояния системы;
  - 2) количество тепла является функцией состояния системы;
  - 3) энтропия является функцией состояния системы;
  - 4) энтропия не является функцией состояния системы;
  - 5) внутренняя энергия не является функцией состояния системы.

## Шкала оценивания, показатели и критерии оценивания образовательных результатов обучающегося

Шкала оценивания	Показатели и критерии оценивания
5, «отлично»	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.
4, «хорошо»	Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.
3, «удовлетворительно»	Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.
2, «неудовлетворительно»	Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

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

#### Основная:

1. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории. Д. Г. Барсегов, И. Л. Касаткина, А. А. Греков, З. П. Мастропас. 2010.
2. Квасников И. А., Термодинамика и статистическая физика. том 1: теория равновесных систем: термодинамика: учебное пособие. Димитриенко Ю. И. Нелинейная механика сплошной среды. М.: физматлит, 2010.
3. educational resources of the internet - physics. образовательные ресурсы интернета - физика. ... - М.: дрофа, 2010. - 352 с.)

#### Дополнительная:

1. Д. Гиббс. Термодинамика. Статистическая физика. М. 1982.

2. Н.Н. Боголюбов. Динамические проблемы в статистической физике. М. 1946. Последнее переиздание- Н.Н. Боголюбов. Избранные труды по статистической физике. Изд-во МГУ, 1979.
3. Ю.Л. Климонтович. Статистическая физика. Наука. М. 1982.
4. И.А. Квасников. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем. Изд-во МГУ, 1991.
5. И.А. Квасников. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем. Изд-во МГУ, 1987.
6. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теоретическая физика Т. V. Статистическая физика, часть 1. Наука, М. 1976.
7. Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский. Теоретическая физика Т. X. Физическая кинетика. Наука, М. 1979.
8. И.П. Базаров. Термодинамика. М. 1976, 1983.
9. И.П. Базаров, Э.В. Геворкян, П.Н. Николаев. Неравновесная термодинамика и физическая кинетика. Изд-во МГУ, 1989.
10. Ч. Киттель. Статистическая термодинамика. Наука. М. 1977.
11. П. Ландсберг. Задачи по термодинамической и статистической физике. Мир М. 1974.
12. Ю.Б. Румер, М.Ш. Рывкин. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. Наука. 1977.

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

##### **Интернет-ресурсы**

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm>
2. <http://mat.net.ua/mat/index-fizika.htm>
3. [http://ph4s.ru/books\\_phys.html](http://ph4s.ru/books_phys.html)

##### **Электронные ресурсы ИнГГУ**

<b>№ п/п</b>	<b>Ссылка на информационный ресурс</b>	<b>Наименование разработки в электронной форме</b>	<b>Доступность</b>
1.	Электронная библиотека EastView	<a href="http://www.dlib.eastview.com">http://www.dlib.eastview.com</a>	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
2.	Справочно-правовая система «Консультант-плюс»	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
3.	База данных «Полпред»	<a href="http://www.polpred.com">http://www.polpred.com</a>	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
4.	Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://www.window.edu.ru">http://www.window.edu.ru</a>	Свободный доступ по сети Интернет.
5.	Информационная система «Экономика. Социология. Менеджмент»	<a href="http://www.ecsosman.ru">http://www.ecsosman.ru</a>	Свободный доступ по сети Интернет.

6.	Сайт Высшей аттестационной комиссии	<a href="http://www.vak.ed.gov.ru">http://www.vak.ed.gov.ru</a>	Свободный доступ по сети Интернет.
7.	В помощь аспирантам	<a href="http://www.dis.finansy.ru">http://www.dis.finansy.ru</a>	Свободный доступ по сети Интернет.
8.	Elsevier	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> ; <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
9	Консультант студента	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>	Доступ по индивидуальным скретч-картам.
10	«Электронная библиотечная система Университетская библиотека ONLINE»	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ

## 9. Программное обеспечение

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ
  - 1.1. Microsoft Windows 7
  - 1.2. Microsoft Office 2007
  - 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
  - 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32
  - 1.5. Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

**Таблица 9.1.**

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a> –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a> -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	<a href="http://polpred.com/news">http://polpred.com/news</a>
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> -
Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a> –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> -

система	
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm</a>
Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информио»	<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>