

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Избранные вопросы статистической физики

Кафедра прикладной математики
факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа

01.04.02-Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки

Математическое моделирование и вычислительная математика

Уровень высшего образования

магистратура

Форма обучения

очная

Статус дисциплины: вариативная

Махачкала, 2017год

Рабочая программа по дисциплине «Избранные вопросы статистической физики» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 – Прикладная математика и информатика (уровень магистратура) от «28» 08 2015 г. №911

Разработчики: кафедра прикладной математики Ризаев М.К. - к.ф.-м. н., доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры прикладной математики от «7 марта» марта 2017г., протокол №7. Зав. кафедрой Кадиев Кадиев Р.И.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от «10» марта 2017г., протокол №4

Председатель Меджидов Меджидов З.Г.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «27» 03 2017г. Алиев

(подпись)

Рабочая программа по дисциплине «Избранные вопросы статистической физики» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 – Прикладная математика и информатика (уровень магистратура) от «28» 08 2015 г. №911

Разработчики: кафедра прикладной математики Ризаев М.К. - к.ф.-м. н., доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры прикладной математики от «7 марта» марта 2017г., протокол №7. Зав. кафедрой Кадиев Кадиев Р.И.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от «10» марта 2017г., протокол №4

Председатель Меджидов Меджидов З.Г.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «27» 03 2017г. Алиев

(подпись)

Рабочая программа по дисциплине «Избранные вопросы статистической физики» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02–Прикладная математика и информатика(уровень магистратура) от «_28_» _08_2015 г. №911

Разработчики: кафедра прикладной математики Ризаев М.К. - к.ф.-м. н., доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры прикладной математики от «7 марта» марта2017г., протокол №7 . Зав. кафедрой _____ Кадиев Р.И.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от «10» марта2017г., протокол №4

Председатель _____ Меджидов З.Г.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « ____ » _____ 2017г. _____

(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина *избранные вопросы статистической физики* входит в вариативную часть образовательной программы *магистратуры* по направлению 01.03.02-Прикладная математика и информатика.

Дисциплина реализуется на факультете *математики и компьютерных наук* кафедрой *прикладной математики*.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением и освоением следующего материала: основы классической статистической физики, уравнение движения макроскопической системы, функции Гамильтона, макроскопическая фазовая плотность, уравнения переноса, гиббсовские ансамбли, теорема Лиувилля; основы квантовой статистической физики: уравнение Шредингера, средние значения физических величин, представление Гейзенберга, различные представления уравнения Шредингера, матрица плотности; термодинамическая теория равновесного состояния: статистическое и термодинамическое равновесия, уравнение состояния, законы термодинамики и их приложения, распределения Гиббса, распределения Максвелла, Больцмана.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных- ОК-1, ОК -3; профессиональных - ПК-3.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: контрольная работа, коллоквиум, и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 3 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всег о	из них						
Лекц ии		Лабораторн ые занятия	Практиче ские занятия	КСР	консульта ции			
7	108	6		26			76	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины *«Избранные вопросы статистической физики»* являются:

- овладение основными понятиями классической статистической физики: микроскопическая фазовая плотность и ее уравнение, микроскопические уравнения переноса, гиббсовские ансамбли, теорема Лиувилля; квантовой статистической физики: уравнение Шредингера, представление Гейзенберга, различные представления уравнения Шредингера; термодинамической и статистической теорий равновесного состояния: статистическое и термодинамическое равновесия, функция и уравнение состояния, законы термодинамики, распределения Гиббса, энтропия и ее возрастание, распределения Максвелла и Больцмана;
- творческое овладение программным материалом и методами получения и теоретического обоснования эмпирических фактов классической физики, методами обоснования утверждений статистической физики.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина *избранные вопросы статистической физики* входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению 01.04.02 «прикладная математика и информатика», профиль подготовки *математическое моделирование и вычислительная математика*. Знания по статистической физике студентам необходимы при решении задач математической физики, прикладной математики, естествознания, в которых исследуется тепловая форма движения материи. Ряд вопросов статистической физики является основой при изучении таких курсов, как *теория неравновесных флуктуаций в нелинейных системах, кинетическая теория*

электромагнитных процессов, неравновесные фазовые переходы, кинетическая теория химически реагирующих систем.

Изучение дисциплины «Избранных вопросов статистической физики» предполагает хорошее знание общего университетского курса физики, математического и функционального анализ, теории вероятностей, математической статистики, линейной алгебры.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОК-1	Обладать способностью у абстрактному мышлению, анализу, синтезу.	Знать: основные сведения классической и квантовой статистической физики, гиббсовские ансамбли. Основные распределения статистической

		<p>механики.</p> <p>Уметь: строить математические модели многочастичных систем, сравнивать их с известными, проводить анализ их решений.</p> <p>Владеть: методами исследования бесконечно частичных систем, осмысливания частичных их решений, полученных выводов, проводя абстрактное мышление.</p>
ОК-3	<p>Обладать готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.</p>	<p>Знать: предусмотренный программой материал по предмету на достаточно хорошем уровне</p> <p>Уметь: использовать пройденный материал для самостоятельного освоения последующих разделов статистической физики, механики, в целях повышения своей квалификации.</p>

		<p>Владеть: основными методами статистического исследования много частичных физических систем для приложения к задачам математической физики, прикладным задачам естествознания.</p>
ПК-3	<p>Обладать способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технической деятельности.</p>	<p>Знать: основные методы исследования много частичных систем классической и квантовой статистической физики, основные многомерные распределения.</p> <p>Уметь: применять существующие и известные математические методы статистической физики к решению задач научной деятельности в составе научных групп.</p> <p>Владеть: методами перехода к изучению более сложных много</p>

		частичных форм движения структурных видов материи, закономерностей, обусловленных совокупным действием огромного числа непрерывно движущихся подсистем.
--	--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1 Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов.

4.2 Структура дисциплины.

Название разделов и тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Аудиторные занятия, в том числе				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практ. занятия	Лаборат. работы	Контр.сам. раб.		
Модуль 1. Основы статистической физики.								

Всего по модулю 1.			4	12			20	Контрольная работа, коллоквиум.
1. Основы классической статистической физики.	9		2	4			4	
2. Микроскопические уравнения переноса.	9			2			4	
3. Гиббсовские ансамбли.	9			2			4	
4. Основы квантовой статистической физики.	9		2	2			4	
5. Многочастичное уравнение Шредингера.	9			2			4	
Модуль 2. Термодинамическая и статистическая теории равновесного состояния.								
Всего по модулю 2.			2	14			20	Контрольная работа, коллоквиум.
1. Основы термодинамической теории равновесного состояния.	9		2	2			4	
2. Законы термодинамики и их приложения.	9			4			4	
3. Канонические распределения	9			4			4	

Гиббса.								
4. Возрастание энтропии в процессах эволюции.	9			2			4	
5. Распределение Гиббса для квантовых систем.	9			2			4	
Модуль 3.	9	Экзамен						36
Итого за семестр.		6		26			40	36

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Лекции

Модуль 1. Основы статистической физики.

Тема 1. Основы классической статистической физики.

Предмет статистической физики. Уравнения движения частиц микроскопической системы. Функции Гамильтона. Функции динамических параметров.

Тема 2. Основы квантовой статистической физики.

Основные постулаты квантовой механики. Уравнение Шредингера. Представление Гейзенберга. Различные представления уравнения Шредингера. Матрица плотности.

Модуль 2. Термодинамическая и статистическая теория равновесного состояния.

Тема 3. Основы термодинамической теории равновесного состояния

Статистический и динамический методы описания тепловых явлений. Статистическое и термодинамическое равновесия. Функции состояния. Уравнение состояния.

Практические занятия.

Модуль 1. Основы статистической физики.

Тема 1. Основы классической статистической физики.

Уравнения движения макроскопической системы. Скобки Пуассона. Функция Гамильтона. Решение задач.

Тема 2. Микроскопические уравнения переноса.

Микроскопическая фазовая плотность. Уравнение для микроскопической фазовой плотности. Уравнения переноса.

Тема 3. Гиббсовские ансамбли.

Функция распределения гиббсовских ансамблей. Уравнение Лиувилля для функции распределения гиббсовских ансамблей.

Тема 4. Основы квантовой статистической физики.

Уравнение Шредингера. Волновая функция. Решение уравнения Шредингера в частных случаях.

Тема 5. Многочастичное уравнение Шредингера.

Уравнение Шредингера многочастичной квантовой системы. Примеры уравнения в частных случаях. Решение задач.

Модуль 2. Термодинамическая и статистическая теории равновесного состояния.

Тема 6. Основы термодинамической теории равновесного состояния.

Термодинамическое равновесие. Функция состояния. Уравнение состояния для идеальных систем. Решение задач.

Тема 7. Законы термодинамики и их приложения.

Первое начало термодинамики и ее некоторые приложения. Второе начало термодинамики. Решение задач.

Тема 8. Каноническое распределение Гиббса.

Микроскопическое распределение Гиббса. Каноническое распределение Гиббса. Статистическое обоснование второго закона термодинамики. Решение задач.

Тема 9. Возрастание энтропии в процессах эволюции.

Энтропия, свойства функций энтропии. Возрастание энтропии в процессах эволюции. Решение задач.

Тема 10. Распределение Гиббса для квантовых систем.

Примеры распределений Гиббса в квантовых системах. Связь квантовых и классических распределений Гиббса. Решение задач.

5. Образовательные технологии

В основе преподавания дисциплины *избранные вопросы статистической физики* лежит лекционно-семинарская система обучения. Это связано с необходимостью активного продумывания теоретического материала и дальнейшего его использования при изучении других курсов, приложения к решению прикладных задач естествознания. Индивидуальные особенности

обучающихся учитываются подбором заданий разного уровня сложности для самостоятельной работы студентов.

По данной дисциплине учебным планом предусмотрено также проведение занятий в интерактивных формах. Лекции проводятся в аудиториях, оснащенных видеопроекторами. В университете функционирует центр современных образовательных технологий, в котором предусматриваются мастер-классы специалистов.

6. Учебно - методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

6.1 Задания для самостоятельной работы.

Модуль 1. Основы статистической физики.

1. Пусть $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $x_i = (\vec{r}_i(t), \vec{p}_i(t))$, $\varphi = \varphi(X)$, $\psi = \psi(X)$ и $\{\varphi, \psi\}$ -скобки Пуассона функций φ и ψ . Показать, что справедливы следующие равенства:

$$1) \{\varphi, \psi\} = -\{\psi, \varphi\}; 2) \{\varphi, \varphi\} = 0; 3) \{(\varphi_1 + \varphi_2), \psi\} = \{\varphi_1, \psi\} + \{\varphi_2, \psi\}$$

2. Доказать, что скобки Пуассона $\{\varphi, \psi\}$ функций $\varphi = \varphi(X)$ и $\psi = \psi(X)$ удовлетворяют соотношениям :

$$1) \{(\varphi_1 \varphi_2), \psi\} = \varphi_1 \{\varphi_2, \psi\} + \varphi_2 \{\varphi_1, \psi\}.$$

$$2) \frac{\partial}{\partial t} \{\varphi, \psi\} = \left\{ \frac{\partial \varphi}{\partial t}, \psi \right\} + \left\{ \varphi, \frac{\partial \psi}{\partial t} \right\}.$$

3. Функция Гамильтона физической системы имеет вид

$$H(X) = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\vec{P}_i^2}{2m} + \frac{1}{\vec{r}_i} \right).$$

Составить систему уравнений движения в форме Гамильтона.

4. Составить систему уравнений движения в форме Гамильтона для системы гармонических осцилляторов с гамильтонианом

$$H = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\vec{p}_i^2}{2m} + \frac{m\omega_0^2 \vec{r}_i^2}{2} \right).$$

5. Пусть $N(\vec{r}, \vec{p}, t)$ – микроскопическая фазовая плотность физической системы. Получить представление для гамильтониана

$$H = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\vec{p}_i^2}{2m} + U_0(\vec{r}_i) \right) + \frac{1}{2} \sum_{\substack{1 \leq i, j \leq N \\ i \neq j}} \phi(\vec{r}_i - \vec{r}_j)$$

через $N(\vec{r}, \vec{p}, t)$.

6. Некоторая физическая система может с равной вероятностью находиться в N состояниях. Какова вероятность нахождения системы в одном из этих состояний?
7. При термоэлектронной эмиссии происходит вылет электронов с поверхности металла или полупроводника. Предполагая, что : а) вылеты электронов статистически независимые события; б) вероятность вылета одного электрона за бесконечно малый промежуток времени ∂t равна $\lambda \partial t$ (λ - постоянная величина), определить вероятность вылета n электронов за время t .
8. Идеальный газ, состоящий из N молекул, находится в сосуде объемом V . Определить вероятность, того что в заданном объеме V_0 ($V_0 \ll V$) будет содержаться ровно n молекул.
9. Показать, что для микроскопической плотности числа частиц $n^M(\vec{r}, t)$ справедливо представление

$$n^M(\vec{r}, t) = \int N(\vec{r}, \vec{p}, t) d\vec{p},$$

где $N(\vec{r}, \vec{p}, t)$ - микроскопическая фазовая плотность.

10. Показать, что уравнение Лиувилля для плотности распределения гиббсовского ансамбля с гамильтонианом H имеет вид

$$\frac{\partial f_N}{\partial t} + \{H, f_N\} = 0.$$

11. Проверить выполнимость теоремы Лиувилля для случая упругого столкновения двух шаров с центральным соударением.

12. Вывести каноническое распределение Гиббса для совокупности N частиц идеального одноатомного газа.

13. Решить одномерное стационарное уравнение Шредингера

$$\varphi''(x) + \frac{2m_0}{h} [E - V(x)]\varphi(x) = 0$$

в области высокого потенциала порога, т.е. при $V(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0, \\ V_0 & \text{при } x > 0, \end{cases}$ и $E < V_0$.

14. Решить одномерное стационарное Шредингера

$$\varphi''(x) + \frac{2m_0}{h^2} [E - V(x)]\varphi(x) = 0$$

в области низкого потенциала порога, т.е. при $V(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0, \\ V_0 & \text{при } x > 0, \end{cases}$ и $E > V_0$.

15. Квантовая частица находится в одномерной потенциальной яме $0 \leq x \leq a$, внутри которой $V = 0$, а вне $V = \infty$. Найти решение стационарного уравнения Шредингера для этого случая.

Модуль 2: Термодинамическая и статистическая теория равновесного состояния

1. Уравнение Ван-дер-Ваальса для состояния реального газа имеет вид

$$p = \frac{NK_{\text{Б}}T}{V - Nb} - a \frac{N^2}{V^2},$$

где a и b - постоянные Ван-дер-Ваальса для данного газа. Получить разложение для давления p по степеням средней плотности числа частиц газа $n = N/V$. Вычислить выражение для p , ограничившись двумя первыми членами разложения.

2. Стеклоянная колба объёмом 10 см^3 с узкой шейкой была нагрета до 114°C , затем шейку колбы опустили в ртуть. При охлаждении воздуха в колбу вошло 36 г ртути. До какой температуры охладился воздух? Плотность ртути считать равной $13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.
3. Давление воздуха в баллоне постоянного объёма при температуре 7°C было $0,1515 \text{ МПа}$. При нагревании до 100°C давление повысилось до $0,2020 \text{ МПа}$. Определить термический коэффициент давления.
4. Температура на улице -13°C , в помещении 22°C . На сколько изменится давление в газовом баллоне, если баллон внести в помещение. В помещении манометр на баллоне показал $1,5 \text{ МПа}$.
5. Исходя из вириального разложения давления по степеням n , получить закон Шарля.
6. Сколько частиц воздуха находится в комнате площадью 20 м^2 и высотой 3 м при температуре 17°C и давлении 752 мм. рт. ст ?
7. На сколько понизилось давление кислорода в баллоне ёмкостью 100 л , если из него откачали 3 кг газа? Температура газа 17°C оставалась постоянной.
8. Получить интегральное представление для изменения внутренней энергии системы dQ через гамильтониан $H(X, a)$ и плотность распределения $f_N(X, a, T)$.

9. Исходя из первого закона термодинамики получить представление для теплоемкости C_p при двух степенях свободы V и T .

10. Для некоторой системы известно, что ее статистический интеграл равен $Z(\beta) = \frac{A}{\beta^N}$, где $\beta = \frac{1}{kT}$. Определить нормированный делитель $\Omega(E)$.

11. Определить нормированный делитель $\Omega(E)$ микроканонического распределения Гиббса для совокупности N частиц идеального газа.

12. Энергия частицы релятивистского газа связана с импульсом соотношением:

$$\varepsilon = c\sqrt{m^2c^2 + p^2}$$

Записать распределение Максвелла в данном случае.

13. Иногда энтропию определяют как $S = K \ln \Gamma(E)$ или как $S = K \ln \Omega(E)$. Показать эквивалентность этих определений для систем с большим числом частиц.

14. Определить энтропию газа, который подчиняется уравнениям:

$$V = V_0[1 + \alpha(T - T_0)], \quad \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T = 0, \quad C_p = const.$$

15. Найти изменение энтропии тела в случае его расширения при постоянном давлении.

1. Климонтович Ю.Л. *Статистическая физика*. М.: Наука, 1982.

2. Куни Ф.М. *Статистическая физика и термодинамика*. М.: Наука, 1981.

3. Гречко Л.Г., Сугаков В.И., Томасевич Д.Ф., Федорченко А.М. *Задачи по теоретической физике*. М.: Изд-во «Высшая школа», 1984.

6.2. Темы для самостоятельного изучения и виды и содержание самостоятельной работы.

Разделы	и	темы	для	Виды и содержание самостоятельной
---------	---	------	-----	-----------------------------------

самостоятельного изучения.	работы.
Первый семестр.	
Модуль 1. Основы статистической физики.	
1. Основы классической статистической физики.	1. Решение задач. [4],[5]. 2. Доклад на тему: "Функция Гамильтона физической системы". [1],[3].
2. Микроскопические уравнения переноса.	1. Решение задач. [4],[5]. 2. Доклад на тему: "Системы уравнений переноса и их незамкнутость". [1],[2].
3. Гиббсовские ансамбли.	1. Решение задач. [4],[5]. 2. Реферат на тему: "Средние значения функций параметров гиббсовских ансамблей". [1],[3].
4. Основы квантовой статистической физики.	1. Доклад на тему: "Основные постулаты квантовой механики". [2],[3]. 2. Реферат на тему: "Описание квантовых состояний с помощью статистических операторов". [2],[3].
5. Многочастичное уравнение Шредингера.	1. Решение задач. [4]. 2. Доклад на тему: "Многочастичное стационарное уравнение Шредингера некоторых квантовых систем". [2],[3].
Модуль 2. Термодинамическая и статистическая теории равновесного состояний.	

1. Основы термодинамической теории равновесного состояния.	1. Решение задач. [4],[5]. 2. Доклад на тему: "Частные случаи уравнения равновесного состояния".
2. Законы термодинамики и их приложения.	1. Решение задач. [4],[5]. 2. Реферат на тему: "Равновесие в гомогенной системе". [3].
3. Каноническое распределения Гиббса.	1. Решение задач. [4],[5]. 2. Доклад на тему: "Распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц". [1],[2].
4. Возрастание энтропии в процессах эволюции.	1. Решение задач. [4],[5]. 2. Реферат на тему: "Энтропия и ее неопределенность при статистическом описании". [1],[3].
5. Распределение Гиббса для квантовых систем.	1. Решение задач. [4],[5]. 2. Доклад на тему: "Связь классических и квантовых распределений Гиббса". [1],[2].

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

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

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
	Знать: основные сведения классической	Коллоквиум, контрольная работа,

<p>ОК-1</p>	<p>и квантовой статистической физики, гиббсовские ансамбли.</p> <p>Основные распределения статистической механики.</p> <p>Уметь: строить математические модели много частичных систем, сравнивать их с известными, проводить анализ их решений.</p> <p>Владеть: методами исследования бесконечно частичных систем, осмысливания частичных их решений, полученных выводов, проводя абстрактное мышление.</p>	<p>экзамен.</p>
<p>ОК-3</p>	<p>Знать: предусмотренный программой материал по предмету на достаточно хорошем уровне</p> <p>Уметь: использовать пройденный материал</p>	<p>Коллоквиум, контрольная работа, экзамен</p>

	<p>для самостоятельного освоения последующих разделов статистической физики, механики, в целях повышения своей квалификации.</p> <p>Владеть: основными методами статистического исследования многочастичных физических систем для приложения к задачам математической физики, прикладным задачам естествознания.</p>	
ПК-3	<p>Знать: основные методы исследования многочастичных систем классической и квантовой статистической физики, основные многомерные распределения.</p> <p>Уметь: применять существующие и известные математические методы статистической физики</p>	Коллоквиум, контрольная работа, экзамен

	<p>к решению задач научной деятельности в составе научных групп.</p> <p>Владеть: методами перехода к изучению более сложных много частичных форм движения структурных видов материи, закономерностей, обусловленных совокупным действием огромного числа непрерывно движущихся подсистем.</p>	
--	---	--

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ОК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «Обладать способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

	продемонстрирова ть)			
Пороговый	Знать: основные сведения классической и квантовой статистической физики, гиббсовские ансамбли. Основные распределения статистической механики.	Знает в основном первичный материал основ статистической физики, термодинамического и статистического равновесия систем.	Знает основной материал основ термодинамики и классической статистической физики	Знает на высоком уровне материал дисциплины, четко обосновывает утверждения.
Базовый	Уметь: строить математические модели много частичных систем, сравнивать их с известными, проводить анализ их решений.	Умеет строить математические модели простейших систем термодинамики, статистической физики.	Умеет строить математически е модели несложный статистических систем самостоятельно	Умеет строить различные модели задач статистической физики.

Продвинутый	Владеть: методами исследования бесконечно частичных систем, осмысливания частичных их решений, полученных выводов, проводя абстрактное мышление.	Владеет некоторыми методами исследования математических моделей многочастичных систем	Владеет на хорошем уровне методами исследования многочастичных систем.	Владеет на высоком уровне методами исследования статистической физики.
-------------	--	---	--	--

ОК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «Обладать готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

Пороговый	Знать: предусмотренный программой материал по предмету на достаточно хорошем уровне	Знает в основном программный материал по дисциплине и может на его основе работать над самообразованием.	Знает на хорошем уровне программный материал и может самостоятельно усовершенствовать свои познания.	Знает на высоком уровне программный материал, некоторые дополнительные разделы.
Базовый	Уметь: использовать пройденный материал для самостоятельного освоения последующих разделов статистической физики, механики, в целях повышения своей квалификации.	Умеет использовать освоенный интервал для самостоятельного освоения последующих более сложных разделов.	Умеет сопоставить, сравнивать известное и неизвестное, может совершенствоваться.	Умеет самостоятельно прилагать освоенный материал к освоению последующих смежных дисциплин.

Продвинутый	Владеть: основными методами статистического исследования много частичных физических систем для приложения к задачам математической физики, прикладным задачам естествознания.	Владеет методами приложения освоенного материала к решению простейших задач прикладной физики, математики.	Владеет изложенными методами исследования на хорошем уровне, решает различные задачи.	Владеет на высоком уровне методами исследования, может самостоятельно и продуктивно их применять к прикладным задачам.

ПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «Обладать способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технической деятельности.»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

Пороговый	<p>Знать: основные методы исследования много частичных систем классической и квантовой статистической физики, основные многомерные распределения.</p>	<p>Знает в основном способы составления простейших моделей статистической физики.</p>	<p>Знает на хорошем уровне способы составления и применения моделей статистической физики.</p>	<p>Знает на высоком уровне способы разработки математических методов статистической физики.</p>
Базовый	<p>Уметь: применять существующие и известные математические методы статистической физики к решению задач научной деятельности в составе научных групп.</p>	<p>Умеет разрабатывать и применять математические методы статистической физики к простейшим задачам естествознания.</p>	<p>Умеет разрабатывать и применять на хорошем уровне математические модели статистической физики.</p>	<p>Умеет успешно применять известные математические методы статистической физики к различным прикладным задачам.</p>

Продвинутый	Владеть: методами перехода к изучению более сложных много частичных форм движения структурных видов материи, закономерностей, обусловленных совокупным действием огромного числа непрерывно движущихся подсистем.	Владеет основными методами дисциплины, способен разрабатывать математические методы статистической физики к исследованию простых систем.	Владеет методами статистической физики, способен к разработке и применению математических методов.	Владеет на высоком уровне методами разработки и применения математических методов многочастичных систем.
-------------	---	--	--	--

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания.

7.3.1. Примерные контрольные вопросы к коллоквиумам.

Модуль 1. Основы статистической физики.

1. Предмет статистической физики.
2. Уравнения движения в форме Гамильтона.
3. Функция Гамильтона. Примеры частных систем.
4. Функция динамических параметров.
5. Потенциальная энергия взаимодействия. Примеры.
6. Микроскопическая фазовая плотность.
7. Уравнение для микроскопической фазовой плотности.
8. Уравнение переноса для функции $n^m(\vec{r}, t)$.
9. Микроскопические уравнения переноса для плотности импульса.

10. Уравнение переноса для плотности кинетической энергии.
11. Гиббсовские ансамбли.
12. Функция распределения гиббсовских ансамблей.
13. Уравнение Лиувилля для функции распределения.
14. Уравнение Лиувилля для функции Гамильтона.
15. Теорема Лиувилля.
16. Основные постулаты квантовой механики.
17. Уравнение Шредингера. Волновая функция.
18. Многочастичное уравнение Шредингера. Примеры.
19. Стационарное уравнение Шредингера.
20. Дискретные уровни энергии квантовых систем.

Модуль 2. Термодинамическая и статистическая теории равновесного состояния.

1. Статистическое равновесие.
2. Термодинамическое равновесие.
3. Функции состояния.
4. Уравнение состояния для идеальных фаз.
5. Уравнение состояния для реальных фаз.
6. Квазистатистические процессы.
7. Температура. Нулевое начало термодинамики.
8. Первое начало термодинамики.
9. Некоторые приложения первого начала термодинамики.
10. Второй закон термодинамики.
11. Математическая формулировка второго закона термодинамики для квазистатистических процессов.
12. Термодинамические потенциалы.
13. Зависимость термодинамических функций от числа частиц систем.
14. Второй закон термодинамики для нестатистических процессов.
15. Микроскопическое распределение Гиббса.
16. Каноническое распределение Гиббса.

17. Энтропия. Свойства функций $S(X)$, $S[n]$.
18. Возрастание энтропии. Теорема Гиббса.
19. Квантовое микроскопическое распределение Гиббса.
20. Квантовое каноническое распределение Гиббса.

7.3.2. Вопросы для контроля самостоятельной работы.

1. Функции Гамильтона физических систем.
2. Незамкнутость системы уравнений переноса.
3. Средние значения функций динамических параметров.
4. Системы уравнений переноса для средних значений.
5. Существование стационарных состояний квантовых систем.
6. Непрерывный спектр энергии квантовых систем.
7. Сложение и умножение операторов.
8. Различные представления уравнения Шредингера.
9. Матрица плотности.
10. Уравнение равновесного состояния в частных случаях.
11. Равновесие в гомогенных системах.
12. Системы с переменным числом частиц.
13. Изменение свободной энергии при необратимых процессах.
14. Статистическое обоснование второго закона термодинамики.
15. Распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц.
16. Смешанное квантово-классическое распределение Гиббса.
17. Распределение Максвеллы.
18. Распределение Больцмана.
19. Парадокс Гиббса.
20. Третье начало термодинамики Теорем Нернста.

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

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля -50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

—посещение занятий -10 баллов,

—коллоквиум –50 баллов,

—выполнение аудиторных контрольных работ – 40 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

—устный опрос(экзамен)- 100 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1.Климонтович Ю.Л..Статистическая физика. М.: Наука,1982.

2.Куни Ф.М. Статистическая физика и термодинамика. М.:Наука.1981..

3.Базаров И.П., Геворкян Э.В., Николаев П.Н. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем. М.: Изд-во МГУ, 1986.

4.Базаров И.П., Геворкян Э.В., Николаев П.Н. Задачи по термодинамике и статистической физике. М.: Изд-во «Высшая школа», 1997.

5.Гречко Л.Г., Сугаков В.И., Томасевич Д.Ф., Федорченко А.М. Задачи по теоретической физике. М.: Изд-во «Высшая школа»,1984.

б) дополнительная литература:

1.Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика, ч.1. М.: Наука, 2010.

2.Квасников И.А.Термодинамика и статистическая физика.Теория равновесных систем. М.: Изд-во МГУ. 1991

3.Квасников.И.А. Термодинамика и статистическая физика. Теория неравновесных систем. М.:Изд-во МГУ, 1987.

4.Базаров И.П. Термодинамика. М.: Изд-во «Высшая школа»,1983.

5. Леонтович М.А. Введение в термодинамику. Статистическая физика. М.: Наука, 1983.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети <<Интернет>>, необходимых для освоения дисциплины

1. Федеральный портал <http://edu.ru>:
2. Электронные каталоги Научной библиотеки ДГУ <http://elib.dgu.ru>:
<http://edu.icc.dgu.ru>:

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебная программа по *статистической физике* распределена по темам и по часам на лекции, практические занятия; предусмотрена также самостоятельная учебная работа студентов. По каждой теме преподаватель указывает студентам необходимую литературу (учебники, учебные пособия, сборники задач и упражнений), а также соответствующие темам параграфы и номера упражнений и задач.

Самостоятельная работа студентов складывается из работы над лекциями, с учебниками, решения рекомендуемых задач, подготовки к докладам и рефератам, а также из подготовки к контрольным работам, коллоквиумам и сдаче экзамена.

При работе с лекциями и учебниками особое внимание следует уделить изучению основных понятий и определений по данному разделу, а также особенностям примененных методов и технологий к решению прикладных задач. Решение достаточного количества задач по данной теме поможет творческому овладению методами доказательства математических утверждений.

После изучения каждой темы рекомендуется самостоятельно воспроизвести основные определения, формулировки и доказательства теорем. Для

самопроверки рекомендуется также использовать контрольные вопросы, приводимые в учебниках после каждой темы.

Основная цель практических занятий – подготовка студентов к самостоятельной работе над теоретическим материалом и к решению задач и упражнений.

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

При осуществлении образовательного процесса по *статистической физике* рекомендуются компьютерные технологии, основанные на операционных системах Windows, Ubuntu, Linux, прикладные программы Mathcad, Matlab, Mathematica, а также сайты образовательных учреждений и журналов, информационно-справочные системы, электронные учебники.

При проведении занятий рекомендуется использовать компьютеры, мультимедийные проекторы, интерактивные экраны.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Университет обладает достаточной базой аудиторий для проведения всех видов занятий, предусмотренных образовательной программой дисциплины теории случайных процессов. Кроме того, на факультете 4 компьютерных класса и 4 учебных класса, оснащенных компьютерами с соответствующим программным обеспечением и мультимедиа-проекторами.

В университете имеется необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.