

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Наумова Наталия Александровна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41  
Уникальный программный ключ:  
6b5279da4e034bff679172803da5b7b559a09e1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(МГОУ)

Физико-математический факультет

Кафедра теоретической физики

Согласовано управлением организации и  
контроля качества образовательной  
деятельности  
«22» июня 2021 г.

Начальник управления

/ Г.Е. Суслин /

Одобрено учебно-методическим советом

Протокол «22» июня 2021 г. № 5

Председатель

/ О.А. Шестакова /



**Рабочая программа дисциплины**

**Статистическая физика**

**Направление подготовки**

03.03.02 Физика

**Квалификация**

Бакалавр

**Форма обучения**

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией  
физико-математического факультета:

Протокол от «17» июня 2021 г. № 12

Председатель УМКом

/ Барабанова Н.Н. /

Рекомендовано кафедрой теоретической  
физики

Протокол от «10» июня 2021 г. № 11

Зав. кафедрой

/ Беляев В.В. /

Мытищи

2021

Автор-составитель:  
Чаусов Денис Николаевич, доктор физико-математических  
наук, профессор кафедры теоретической физики,  
Кузнецов Михаил Михайлович, доктор физико-математических наук,  
профессор кафедры теоретической физики

Рабочая программа дисциплины «Статистическая физика» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МИНОБР-НАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 891.

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1. «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.....	1
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	1
3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	1
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	3
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	7
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	17
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	18
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

## 1.1. Цель и задачи дисциплины

**Цели дисциплины «Статистическая физика»:** ознакомление студентов с концептуальными основами дисциплины «Статистическая физика» как современной комплексной фундаментальной науки; формирование естественнонаучного мировоззрения на основе знания особенностей, основных принципов и закономерностей развития Вселенной; интеллектуальное развитие студентов через систему классических и современных естественнонаучных концепций.

**Задачи дисциплины:** ознакомить студентов с основными проблемами, закономерностями, историей и тенденциями развития статистической физики, в которых раскрываются фундаментальные научные проблемы современной науки; сформировать понимание принципов преемственности, соответствия и непрерывности в изучении природы; дать представление о революциях в физике и смене научных мировоззрений как ключевых этапах развития естествознания; сформировать понимание сущности фундаментальных законов природы, определяющих облик современного естествознания, к которым сводится множество законов физики; сформировать знания, необходимые для изучения смежных дисциплин; расширить кругозор, сформировать научное мышление и научное мировоззрение, основанное на синтезе естественнонаучных и гуманитарных концепций.

## 1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК-1 – способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Статистическая физика» входит в обязательную часть Блока 1. «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения и является обязательной для изучения, содержит описание макросистем статистическим и термодинамическим способами, устанавливает связь между величинами, описывающими поведения микрочастиц (атомов и молекул), и термодинамическими потенциалами. Основу для изучения дисциплины составляет программа по общему курсу физики, разделам теоретической физики: «Теоретическая механика», «Механика сплошных сред», «Электродинамика», «Квантовая теория», «Физика конденсированного состояния».

Знание современных фундаментальных научных положений естествознания, его мировоззренческих и методологических выводов является необходимым элементом подготовки специалистов в любой области деятельности.

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, дадут возможность студентам осваивать такие дисциплины учебного плана, как «Физическая кинетика» и «Введение в физику макромолекул и полимеров», на качественно более высоком уровне.

## 3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Объём дисциплины

Показатель объёма дисциплины	Очная форма обучения
Объём дисциплины в зачётных единицах	3
Объём дисциплины в часах	108
Контактная работа:	66,3
Лекции	32
Практические занятия	32

Контактные часы на промежуточную аттестацию:	2,3
Экзамен	0,3
Предэкзаменационная консультация	2
Самостоятельная работа	32
Контроль	9,7

Формой промежуточной аттестации являются: экзамен в 7 семестре.

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) с кратким содержанием	Количество часов	
	Лекции	Практические занятия
<p><b>Тема 1. Введение. Макросистемы. Статистический и термодинамический способы описания макросистемы. Равновесные и неравновесные системы</b></p> <p>Понятие макросистемы. Статистическое распределение. Статистическая независимость. Статистическая матрица. Температура. Макроскопическое движение. Адиабатический процесс. Давление. Работа и количество тепла. Тепловая функция. Свободная энергия и термодинамический потенциал. Соотношения между производными термодинамических величин. Термодинамическая шкала температур</p>	2	2
<p><b>Тема 2. Фазовое пространство. Квазиклассическое приближение</b></p> <p>Обобщённые координаты. Фазовый объем. Квазиклассическое приближение. Флуктуации</p>	2	3
<p><b>Тема 3. Теорема Лиувилля. Роль энергии в статистической физике</b></p> <p>Статистический ансамбль. Стационарное течение «газа» в <math>2s</math>-мерном фазовом пространстве. Теорема Лиувилля. Роль энергии в статистической физике</p>	2	3
<p><b>Тема 4. Энтропия, её статистический смысл</b></p> <p>Распределение вероятностей по энергии. Квантовые состояния. Статистический вес. Связь статистического веса со средней энергией. Связь энтропии со статистическим весом. Связь энтропии с функцией распределения. Закон возрастания энтропии и его физическая интерпретация</p>	2	3
<p><b>Тема 5. Распределение Гиббса. Температура, её свойства</b></p> <p>Микроканоническое распределение. Каноническое распределение. Распределение Максвелла. Свободная энергия в распределении Гиббса. Температура, её свойства. Вывод термодинамических соотношений из распределения Гиббса</p>	3	3
<p><b>Тема 6. Условия равновесия макросистемы во внешнем поле. Идеальный газ. Распределение Больцмана</b></p> <p>Распределение Больцмана. Распределение Больцмана в классической статистике. Неравновесный идеальный газ. Свободная энергия больцмановского идеального газа. Уравнение состояния идеального га-</p>	3	3

за. Распределение средней энергии идеального газа по степеням свободы. Внутренняя энергия.		
<b>Тема 7. Распределение Гиббса с переменным числом частиц (классический случай). Зависимость термодинамических величин от числа частиц</b> Зависимость функции распределения от числа частиц. Зависимость термодинамического потенциала от числа частиц и энергии. Распределение Гиббса с переменным числом частиц. Статистическая сумма и статистический интеграл	3	3
<b>Тема 8. Основные положения квантовой статистики. Принцип Паули</b> Основные положения квантовой статистики. Вычисление статистической суммы макросистемы в квантовой статистике. Распределение Гиббса с переменным числом частиц (квантовый случай). Принцип Паули. Его применение в квантовой статистике	3	2
<b>Тема 9. Распределение Ферми. Вырожденный электронный газ. Распределение Бозе</b> Распределение Ферми. Распределение Бозе. Неравновесные Ферми-и Бозе-газы. Вырожденный электронный газ. Теплоёмкость вырожденного электронного газа. Релятивистский вырожденный электронный газ	3	3
<b>Тема 10. Чёрное излучение. Формула Планка. Формула Рэлея – Джинса</b> Ферми- и Бозе-газы элементарных частиц. Вырожденный Бозе-газ. Чёрное излучение. Термодинамические величины чёрного излучения. Формула Планка. Формула Рэлея-Джинса	3	2
<b>Тема 11. Теория идеальных и неидеальных систем</b> Идеальный газ. Отклонение газов от идеальности. Полностью ионизированный газ. Метод корреляционных функций. Квантовомеханическое вычисление вириального коэффициента. Вырожденный «почти идеальный» Бозе-газ. Вырожденный «почти идеальный» Ферми-газ	3	3
<b>Тема 12. Теория флуктуаций</b> Распределение Гаусса. Флуктуации основных термодинамических величин. Флуктуации в идеальном газе. Формула Пуассона. Флуктуации в растворах. Корреляция флуктуаций. Флуктуации в критической точке. Корреляция флуктуаций в идеальном газе. Корреляция флуктуаций во времени	3	2
<b>Итого</b>	<b>32</b>	<b>32</b>

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методические обеспечения	Формы отчётности
Макросистемы. Статистический и термодинамический	Статистическое распределение. Статистическая независимость. Статистическая матрица. Тем-	2	Работа с литературой и интернетом, кон-	Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Статистическая физика. 2010. И.Ф. Щеголев. Эле-	Конспект, решённые

способы описания макросистемы. Равновесные и неравновесные системы	пература. Макроскопическое движение		сультации	менты статистической механики, термодинамики и кинетики. 2008. А.Н. Голов. Сборник задач по статистической физике. 2012. Физический энциклопедический словарь	задачи
Фазовое пространство. Квазиклассическое приближение	Фазовый объем. Квазиклассическое приближение. Флуктуации	2	Работа с литературой и интернетом, консультации	Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Статистическая физика. 2010. И.Ф. Щеголев. Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики. 2008. А.Н. Голов. Сборник задач по статистической физике. 2012. Физический энциклопедический словарь	Конспект, решённые задачи
Теорема Лиувилля. Роль энергии в статистической физике	Статистический ансамбль. Стационарное течение «газа» в 2s-мерном фазовом пространстве. Теорема Лиувилля	2	Работа с литературой и интернетом, консультации	Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Статистическая физика. 2010. И.Ф. Щеголев. Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики. 2008. А.Н. Голов. Сборник задач по статистической физике. 2012. Физический энциклопедический словарь. Х. Киракосян. Структурная физика. 2011.	Конспект, решённые задачи
Энтропия, её статистический смысл.	Энтропия и термодинамическая вероятность. Связь энтропии со статистическим весом. Связь энтропии с функцией распределения.	2	Работа с литературой и интернетом, консультации	Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Статистическая физика. 2010. И.Ф. Щеголев. Элементы статистической механики, термоди-	Конспект, решённые задачи

	Закон возрастания энтропии и его физическая интерпретация			намики и кинетики. 2008. А.Н. Голов. Сборник задач по статистической физике. 2012. Физический энциклопедический словарь	
Распределение Гиббса. Температура, её свойства	Распределение Максвелла. Свободная энергия в распределении Гиббса. Температура, её свойства. Вывод термодинамических соотношений из распределения Гиббса	2	Работа с литературой и интернетом, консультации	Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Статистическая физика. 2010. И.Ф. Щеголев. Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики. 2008. А.Н. Голов. Сборник задач по статистической физике. 2012. Физический энциклопедический словарь	Конспект, решённые задачи
Условия равновесия макросистемы во внешнем поле. Идеальный газ. Распределение Больцмана	Распределение Больцмана. Распределение Больцмана в классической статистике. Неравновесный идеальный газ. Свободная энергия больцмановского идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Распределение средней энергии идеального газа по степеням свободы. Внутренняя энергия	2	Работа с литературой и интернетом, консультации	Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Статистическая физика. 2010. И.Ф. Щеголев. Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики. 2008. А.Н. Голов. Сборник задач по статистической физике. 2012. Физический энциклопедический словарь	Конспект, решённые задачи
Распределение Гиббса с переменным числом частиц (классический случай). Зависимость термодинамических величин от числа частиц	Зависимость функции распределения от числа частиц. Зависимость термодинамического потенциала от числа частиц и энергии. Распределение Гиббса с переменным числом частиц. Статистическая сумма и статистический интеграл	2	Работа с литературой и интернетом, консультации	Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Статистическая физика. 2010. И.Ф. Щеголев. Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики. 2008. А.Н. Голов. Сборник задач по статистической физике. 2012. Физический энциклопедический словарь	Конспект, решённые задачи

				лопедический словарь	
Основные положения квантовой статистики. Принцип Паули	Основные положения квантовой статистики. Вычисление статистической суммы макросистемы в квантовой статистике. Распределение Гиббса с переменным числом частиц (квантовый случай)	4	Работа с литературой и интернетом, консультации	Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Статистическая физика. 2010. И.Ф. Щеголев. Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики. 2008. А.Н. Голов. Сборник задач по статистической физике. 2012. Физический энциклопедический словарь. А.К. Дадиванян, Д.Н. Чаусов. Ближний ориентационный порядок в растворах полимеров. 2012.	Конспект, решённые задачи
Распределение Ферми. Вырожденный электронный газ. Распределение Бозе	Распределение Ферми. Распределение Бозе. Неравновесные Ферми- и Бозе-газы. Вырожденный электронный газ. Теплоёмкость вырожденного электронного газа. Релятивистский вырожденный электронный газ	4	Работа с литературой и интернетом, консультации	Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Статистическая физика. 2010. И.Ф. Щеголев. Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики. 2008. А.Н. Голов. Сборник задач по статистической физике. 2012. Физический энциклопедический словарь	Конспект, решённые задачи
Чёрное излучение. Формула Планка. Формула Рэлея – Джинса	Ферми- и Бозе-газы элементарных частиц. Вырожденный Бозе-газ. Чёрное излучение. Термодинамические величины чёрного излучения. Формула Планка. Формула Рэлея-Джинса	4	Работа с литературой и интернетом, консультации	Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Статистическая физика. 2010. И.Ф. Щеголев. Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики. 2008. Физический энциклопедический словарь	Конспект, решённые задачи
Теория идеальных и неидеальных	Идеальный газ. Отклонение газов от идеальности Кван-	4	Работа с литературой и	Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Статистическая физика.	Конспект, решённые

систем	товомеханическое вычисление виртуального коэффициента. Вырожденный «почти идеальный» Бозе-газ. Вырожденный «почти идеальный» Ферми-газ		интернетом, консультации	2010. И.Ф. Щеголев. Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики. 2008. А.Н. Голов. Сборник задач по статистической физике. 2012. Физический энциклопедический словарь. А.К. Дадиванян, Д.Н. Чаусов. Ближний ориентационный порядок в растворах полимеров. 2012.	решённые задачи
Теория флуктуаций	Распределение Гаусса. Флуктуации основных термодинамических величин. Флуктуации в идеальном газе. Флуктуации в растворах. Корреляция флуктуаций в идеальном газе. Корреляция флуктуаций во времени	2	Работа с литературой и интернетом, консультации	Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Статистическая физика. 2010. И.Ф. Щеголев. Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики. 2008. А.Н. Голов. Сборник задач по статистической физике. 2012. Физический энциклопедический словарь	Конспект, решённые задачи
ИТОГО		32			

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-1 – способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.

### 5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые	Уровень сформированности	Этапы формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания

компетенции	сти				
ОПК-1	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	знать основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости; уметь грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	Посещение, доклад, решение задач, домашнее задание, экзамен	41-60
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	знать основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости; уметь грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей владеть методами использования в профессиональной деятельности базовых знаний фундаментальных разделов математики для создания математических моделей типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов с учетом границ применимости моделей	Посещение, доклад, решение задач, домашнее задание, экзамен	61-100

### 5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Примеры домашних заданий

1. Частица массы  $m = 1$  движется в потенциале  $V(x) = x^4 - x^2$ . Найти точки равновесия системы ( $\dot{p} = \dot{x} = 0$ ) и исследовать вид фазовых траекторий в окрестности этих точек. Изобразить графически потенциал и фазовые траектории системы.

2. Две одинаковые частицы совершают одномерное движение в «ящике» длиной  $L$ , испытывая абсолютно упругие соударения друг с другом и со стенками. Пусть в начальный момент времени частицы расположены у противоположных стенок, а скорости их  $v_1$  и



5. Чему равна площадь между соседними фазовыми траекториями при движении частицы массы  $m$  в потенциальном ящике со стороной  $a$ ?
- а)  $mh$                       б)  $h$                       в)  $mh/a$
6. Чему равен объем фазовой ячейки для 12-мерного фазового пространства?
- а)  $h$                       б)  $h^6$                       в)  $h^{12}$
7. Чему равно число состояний системы, состоящей из двух независимых подсистем с числами состояний  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$  соответственно?
- а)  $\Phi_1 + \Phi_2$                       б)  $\Phi_1\Phi_2$                       в)  $(\Phi_1 + \Phi_2)^2$
8. Как зависит квадратичная флуктуация от числа частиц системы  $N$ ?
- а)  $\sim N$                       б)  $\sim N^2$                       в)  $\sim N^S$

### Вариант 2

1. Как зависит относительная флуктуация от числа частиц системы  $N$ ?
- а)  $\sim N$                       б)  $\sim N^{-S}$                       в)  $\sim N^S$
2. Как связана энтропия системы  $S$  со статистическими весами подсистем  $\Delta\Phi_i$ , входящих в систему?
- а)  $S = \sum_i \ln \Delta\Phi_i$                       б)  $S = \prod_i \ln \Delta\Phi_i$                       в)  $S = \frac{\sum_i \ln \Delta\Phi_i}{\prod_i \ln \Delta\Phi_i}$
3. Чему равно среднее расстояние между уровнями подсистемы?
- а)  $e^{-S(\bar{E})}$                       б)  $\Delta E e^{S(\bar{E})}$                       в)  $\Delta E e^{-S(\bar{E})}$
4. Как зависит функция распределения от температуры  $T$  в случае микроканонического распределения?
- а)  $\sim T$                       б)  $\sim \exp(-T)$                       в) не зависит от  $T$
5. Как зависит функция распределения от энергии  $E$  и температуры  $T$  в случае распределения Гиббса?
- а)  $\sim \exp(-E / k_B T)$                       б)  $\sim \exp(E / k_B T)$                       в)  $\sim \exp(-k_B T / E)$
6. Как зависит функция распределения  $c(v)$  от абсолютного значения скорости  $v$  в случае распределения Максвелла? ( $T$  – температура,  $m_0$  – масса молекулы)
- а)  $c(v) \sim \exp(-m_0 v^2 / 2k_B T)$                       б)  $c(v) \sim v \exp(-m_0 v^2 / 2k_B T)$   
 в)  $c(v) \sim v^2 \exp(-m_0 v^2 / 2k_B T)$
7. Чему равно среднее значение кинетической энергии поступательного движения молекулы для системы, состоящей из  $N$  молекул, при температуре  $T$ ?
- а)  $3 k_B T / 2$                       б)  $3N k_B T / 2$                       в)  $k_B T / 2$
8. В статистике Бозе – Эйнштейна химический потенциал
- а) больше нуля                      б) меньше нуля                      в) равен нулю

### Темы докладов

1. Бозе – Эйнштейновская конденсация.

2. Смешанные состояния и матрица плотности.
3. Парамагнетизм Паули и диамагнетизм Ландау.
4. Растворы сильных электролитов.
5. Теплоёмкость вырожденного электронного газа.
6. Теплоёмкость твёрдых тел при низких температурах.
7. Вириальное разложение термодинамических потенциалов.
8. Термодинамика классической плазмы.

### Вопросы для экзамена

1. Макросистемы. Статистический и термодинамический способы описания макросистемы.
2. Термодинамические параметры. Равновесные и неравновесные системы.
3. Фазовое пространство. Квазиклассическое приближение.
4. Нормировка и средние значения в статистической физике. Флуктуации.
5. Теорема Лиувилля.
6. Энтропия, её статистический смысл.
7. Закон возрастания энтропии и его физическая интерпретация.
8. Распределение Гиббса.
9. Распределение Максвелла как следствие распределения Гиббса.
10. Распределение Больцмана.
11. Распределение Гиббса с переменным числом частиц (классический случай).
12. Статистическая сумма и статистический интеграл.
13. Основные положения квантовой статистики.
14. Распределение Гиббса с переменным числом частиц (квантовый случай).
15. Принцип Паули. Его применение в квантовой статистике.
16. Распределение Ферми.
17. Распределение Бозе.
18. Чёрное излучение. Формула Планка. Формула Рэлея-Джинса
19. Закон Кирхгофа.
20. Вывод термодинамических соотношений из распределения Гиббса.

### 5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценивание степени освоения обучающимися дисциплины осуществляется на основе положения «Положение о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов МГОУ»

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и Балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов – это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

Шкала соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам:  
 100 – 81 баллов – «отлично» (5); 80 – 61 баллов – «хорошо» (4); 60 – 41 баллов – «удовлетворительно» (3); до 40 баллов – «неудовлетворительно».

Ответ обучающегося на экзамене оценивается в баллах с учетом шкалы соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам.

Оценка по 5-балльной системе		Оценка по 100-балльной системе
5	Отлично	81 – 100

4	Хорошо	61 – 80
3	Удовлетворительно	41 – 60
2	Неудовлетворительно	0 – 40

В зачётно-экзаменационную ведомость и зачётную книжку выставляются оценки по пятибалльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на экзамене неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (<40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Критерии оценки знаний студентов в рамках каждой учебной дисциплины или групп дисциплин вырабатываются преподавателями согласованно на кафедрах Университета исходя из требований образовательных стандартов.

Процедура оценивания знаний и умений состоит из следующих составных элементов:

- 1) учёт посещаемости лекционных и практических занятий осуществляется по ведомости, представленной ниже в форме таблицы;
- 2) текущий контроль: выполнение домашней работы, контроль решения задач.

**Московский государственный областной университет  
Ведомость учёта посещения  
Физико-математический факультет**

Направление: Физика

Дисциплина: Статистическая физика

Группа № \_\_\_\_\_

Преподаватель: \_\_\_\_\_

№ п/п	Фамилия И.О. студента	Посещение занятий							Итого %	
		1	2	3	4			.....		18
1.		+	-	+	-				+	61
2.		-	+	+	+				+	66

**Московский государственный областной университет  
Ведомость учёта текущей успеваемости  
Физико-математический факультет**

Направление: Физика

Дисциплина: Статистическая физика

Группа № \_\_\_\_\_

Преподаватель: \_\_\_\_\_

№ п/п	Фамилия И.О.	Сумма баллов, набранных в семестре				Подпись преподав.	Сумма баллов за экзамен до 50 баллов	Общая сумма баллов	Итоговая оценка	Подпись преподавателя
		Посещение/конспект до 20 баллов	Решение задач до 10 баллов	Дом. задания до 10 баллов	Защита доклада до 10 баллов					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

1.										
2.										
3.										

### Шкала и критерии оценивания посещаемости

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий( отлично)</i>	Если студент посетил 81-100% от всех занятий.	16-20
<i>Оптимальный( хорошо)</i>	Если студент посетил 61-80% от всех занятий.	11-15
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент посетил 41-60% от всех занятий	6-10
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент посетил 0-40% от всех занятий	0-5

### Шкала и критерии оценивания написания доклада

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий( отлично)</i>	Если студент отобразил в докладе 71-90% выбранной темы.	8-10
<i>Оптимальный( хорошо)</i>	Если студент отобразил в докладе 51-70% выбранной темы	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент отобразил в докладе 31-50% выбранной темы	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент отобразил в докладе 0-30% выбранной темы	0-1

### Шкала и критерии оценивания решения задач

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий( отлично)</i>	Если студент решил 71-90% от всех задач	8-10
<i>Оптимальный( хорошо)</i>	Если студент решил 51-70% от всех задач	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 31-50% от всех задач	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-30% от всех задач	0-1

### Шкала и критерии оценивания домашних работ

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий( отлично)</i>	Если студент решил 71-90% от всех домашних работ	8-10
<i>Оптимальный( хорошо)</i>	Если студент решил 51-70% от всех домашних работ	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 31-50% от всех домашних работ	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-30% от всех домашних работ	0-1

### Структура оценивания экзаменационного ответа

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
-------------------	---------------------	-------

<i>Высокий</i>	Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Свободное владение основными терминами и понятиями курса; последовательное и логичное изложение материала курса; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на вопросы при сдаче экзамена.	37-50
<i>Оптимальный</i>	Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала курса; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче экзамена.	23-36
<i>Удовлетворительный</i>	Полный и точный ответ на один вопрос экзаменационного билета. Удовлетворительное знание основных терминов и понятий курса; удовлетворительное знание и владение методами и средствами решения задач; недостаточно последовательное изложение материала курса; умение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов.	9-22
<i>Неудовлетворительный</i>	Полный и точный ответ на один вопрос экзаменационного билета и менее.	0-8

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Основная литература

1. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 3: термодинамика, статистическая физика, строение вещества : учебник для бакалавров / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спиринов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 369 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-1755-0. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/425491> (дата обращения: 02.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Юрайт». — Текст : электронный

2. Ефремов, Ю. С. Статистическая физика и термодинамика : учебное пособие для академического бакалавриата / Ю. С. Ефремов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 209 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05152-0. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/438850> (дата обращения: 02.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Юрайт». — Текст : электронный

3. Браун А.Г. Основы статистической физики: Учебное пособие / Браун А.Г., Левитина И.Г., - 3-е изд. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 120 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010234-4 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/478437>. (дата обращения: 02.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «znanium.com». — Текст : электронный

### 6.2. Дополнительная литература

1. Голов, А.Н. Сборник задач по статистической физике [Текст] : (с крат. теорией и решениями) : учеб. пособие для физ.-мат. фак. / А. Н. Голов, Ю. И. Яламов. - М. : МГОУ, 2012. - 150с. — Текст: непосредственный.

2. Гладков, С.О. Механика и статистическая физика [Текст] : учеб.-метод. пособие для студентов и аспирантов. ч.2 / С. О. Гладков. - М. : МГОУ, 2007. - 70с. — Текст: непосредственный.

3. Ансельм, А.И. Основы статистической физики и термодинамики [Текст] :

учеб.пособие для вузов / А. И. Ансельм. - 2-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2007. - 448с. — Текст: непосредственный.

4. Ансельм, А.И. Основы статистической физики и термодинамики : учебное пособие / А.И. Ансельм. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2007. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-0756-9. — URL: <https://e.lanbook.com/book/692> (дата обращения: 02.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Лань». — Текст : электронный

5. Ландау Л.Д., Теоретическая физика. Том 5. Статистическая физика: Учеб. пособ.: Для вузов. / Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. - 5-изд., стереот.- М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 616 с. - ISBN 978-5-9221-0054-0 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922100540.html> (дата обращения: 02.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Консультант студента». — Текст : электронный

6. Ландау Л.Д., Теоретическая физика. Том 9. Статистическая физика. Ч.2. Теория конденсированного состояния: Учеб. пособ. для вузов. / Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. - 4-е изд., исправл. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 496 с. - ISBN 5-9221-0296-6 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922102966.html> (дата обращения: 02.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Консультант студента». — Текст : электронный

7. Хвесюк В. И. Статистическая термодинамика (квантовые статистики) [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В. И. Хвесюк. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703838792.html>. (дата обращения: 02.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Консультант студента». — Текст : электронный

8. Краснопевцев Е.А. Спецглавы физики. Статистическая физика равновесных систем / Краснопевцев Е.А. - Новосиб.:НГТУ, 2014. - 387 с.: ISBN 978-5-7782-2565-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/556963>. (дата обращения: 02.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «znanium.com». — Текст : электронный.

### **6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. [http://mgou.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=48&Itemid=614](http://mgou.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=614)
2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

## **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Грань Т.Н., Холина С.А. Методические рекомендации по проведению лекционных занятий.

2. Грань Т.Н., Холина С.А. Методические рекомендации по проведению лабораторных и практических занятий.

## **8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **Лицензионное программное обеспечение:**

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

### **Информационные справочные системы:**

Система ГАРАНТ

Система «КонсультантПлюс»

## **Профессиональные базы данных**

fgosvo.ru

pravo.gov.ru

www.edu.ru

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием.
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные мебелью (шкафы/стеллажи), наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями;
- лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием: комплект учебной мебели, проектор, проекционная доска, персональные компьютеры с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ