

**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 « 27 » 04 2026г.

\_\_\_\_\_/ Мальсагов М.Х.  
от « 28 » 04 2026г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.О.13.03 Статистическая физика. Термодинамика**

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

**Направление подготовки (бакалавриат)**

**03.03.02 Физика**  
*(код, наименование)*

**Направленность**

**Физика**  
*(наименование профиля, магистерской программы, специализации)*

**Квалификация выпускника – бакалавр**

**Форма обучения очная**  
*(очная, заочная, очно-заочная)*

**Магас, 2026г.**

### 1. Цели освоения дисциплины.

Сформировать у студентов современное представление об основных методах термодинамического (феноменологического) описания свойств равновесных и неравновесных макроскопических физических систем, а также познакомить студентов с общей статистической теорией, которая может быть применена к широкому кругу задач: идеальным и неидеальным газам, твердому телу, излучению черного тела, электронам в металлах, флуктуациям и т.д., научить применять эти знания к решению прикладных задач.

2. Сформировать у студентов ясное представление о границах применимости физических моделей и гипотез, используемых при описании динамики и свойств термодинамических систем. Излагая историю развития термодинамики и статистической физики, дать представление о существовании и путях разрешения философских и методологических проблем в данной предметной области.

#### Задачи дисциплины:

1. Изучение основных законов классической термодинамики и статистической физики, способов описания равновесных и неравновесных термодинамических систем на основе общих методов термодинамики и математической статистики.

2. Изучение основных методологических подходов и приемов решения физических задач в указанной предметной области.

3. Освоение студентами методов теоретического расчета физических характеристик простейших термодинамических систем путем применения законов, моделей и уравнений, рассматриваемых в лекционном курсе.

4. Формирование у будущего физика диалектико- материалистического мировоззрения, в основе которого должны лежать четкие представления о современной физической картине мира и её месте в современной естественнонаучной картине мира.

| № п/п                  | Код профессионального стандарта | Наименование области профессиональной деятельности.<br>Наименование профессионального стандарта                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 01 Образование и наука |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1.                     | 01.001                          | Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н(зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 6 декабря 2013 г., регистрационный №30550), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 августа 2016г.№422н (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 23 августа2016г., регистрационный № 43326 ) |
| 2.                     | 01.003                          | Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018г. № 298н (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 28 августа 2018г., регистрационный № 52016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций (трудовых функций):

| Код и наименование профессионального стандарта | Обобщенные трудовые функции |                                                 |                      | Трудовые функции                     |        |                                   |
|------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|--------|-----------------------------------|
|                                                | Код                         | Наименование                                    | Уровень квалификации | Наименование                         | Код    | Уровень (подуровень) квалификации |
| 01.001 Педагог (педагогическая деятельность в  | А                           | Педагогическая деятельность по проектированию и | 6                    | Общепедагогическая функция. Обучение | А/01.6 | 6                                 |

|                                                                                                |   |                                                                                                                                                 |   |                                                                                            |        |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---|
| дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель) |   | реализации образовательного процесса образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования |   | Воспитательная деятельность                                                                | A/02.6 | 6 |
|                                                                                                |   |                                                                                                                                                 |   | Развивающая деятельность                                                                   | A/03.6 | 6 |
|                                                                                                | B | Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ                                                | 6 | Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования | B/03.6 | 6 |

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Статистическая физика. Термодинамика» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 7 семестре.

Для усвоения дисциплины «Статистическая физика. Термодинамика» студент должен знать в полном объеме:

а) Общую физику (Механику, Молекулярную физику, Электричество и магнетизм, Оптику, Атомную и ядерную физику;

б) разделы Теоретической физики: Теоретическую механику, Электродинамику, Квантовую механику;

г) Математический анализ, Векторный анализ, Линейную алгебру, Обыкновенные дифференциальные уравнения, Дифференциальные уравнения в частных производных; Основы теории вероятностей, Математическую статистику.

### Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Статистическая физика. Термодинамика» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

| Код дисциплины | Дисциплины, предшествующие дисциплине «Статистическая физика. Термодинамика» | Семестр   |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Б1.О.04.01     | Мат.анализ                                                                   | 1,2,3     |
| Б1.О.04.02     | Аналитическая геометрия и линейная алгебра                                   | 1,2       |
| Б1.О.04.04     | Диф.уравнения                                                                | 3         |
| Б1.О.04.06     | Теория вероятности и математическая статистика                               | 5         |
| Б1.О.07        | Общая физика                                                                 | 1,2,3,4,5 |
| Б.1.О.16       | Теоретическая механика. Механика сплошных сред                               | 4,5       |
| Б1.В.07        | Физика конденсированного состояния                                           | 6         |

### Таблица 2.2.

Связь дисциплины «Статистическая физика. Термодинамика» с последующими дисциплинами и сроки их изучения

| Код дисциплины | Дисциплины, следующие за дисциплиной «Статистическая физика. Термодинамика» | Семестр |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| Б.1.О.17       | Квантовая теория                                                            | 7       |
| Б.1.В.ДВ.07.01 | Методы исследования твердых тел                                             | 5       |
| Б.1.В.10       | Статистическая физика                                                       | 7       |

**Таблица 2.3.**

Связь дисциплины «Статистическая физика. Термодинамика» со смежными дисциплинами

| Код дисциплины | Дисциплины, смежные с дисциплиной «Статистическая физика. Термодинамика» | Семестр |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------|---------|
| Б1.О.07.06     | Физика атомного ядра и элементарных частиц                               | 6       |
| Б1.В.07        | Физика конденсированного состояния                                       | 6       |

В результате изучения курса «Статистическая физика. Термодинамика» студент обязан знать, как переходить к необходимым (для измерения) термодинамическим переменным, выражать конечные результаты для теплоемкости.

- Знать роль канонических распределений Гиббса и их соответствующими термодинамическими потенциалами, дающими в итоге возможность экспериментальной проверки.

- Понимать значение и смысл квазиклассического предельного перехода, и смысл температуры вырождения.

- Знать основные результаты теории флуктуаций.

- Знать и понимать смысл основных уравнений (Власова, Больцмана), границы применимости и результаты получаемых из них.

### 3. Результаты освоения дисциплины «Статистическая физика. Термодинамика»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

| Код компетенции                                            | Наименование компетенции                                                                                                       | Индикатор достижения компетенции<br>(закрепленный за дисциплиной)                                                                              | В результате освоения дисциплины обучающийся должен: |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Самоорганизация и саморазвитие (в т.ч. здоровьесбережение) | УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в | УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;      |                                                      |
|                                                            |                                                                                                                                | УК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста;                                        |                                                      |
|                                                            |                                                                                                                                | УК-6.3. Оценивает требования рынка труда и предложения образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста; |                                                      |
|                                                            |                                                                                                                                | УК – 6.4. Строит профессиональную карьеру                                                                                                      |                                                      |

|  |                       |                                                    |
|--|-----------------------|----------------------------------------------------|
|  | течение<br>всей жизни | и определяет стратегию профессионального развития. |
|--|-----------------------|----------------------------------------------------|

|                                                          |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Теоретическая и практическая профессиональная подготовка | ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные. | ОПК-2.1 Знает основные научные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений<br>ОПК-2.2. Умеет использовать физико-математический аппарат для разработки математических моделей явлений, процессов и объектов при решении задач в профессиональной деятельности<br>ОПК-2.3. Имеет навыки проведения экспериментов по заданной методике и анализа их результатов |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Освоение методов и средств планирования и организация исследований и разработок; освоение методов проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации | Физические системы различного масштаба и уровней организации, процессы их функционирования; физические, инженерно-физические, биофизические, химико-физические, медико-физические,. | ПК-4 Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта | ПК-4.1. Знает основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности.<br>ПК-4.2 Умеет выбирать наиболее эффективные методы для проведения научных исследований.<br>ПК-4.3 Владеет навыками работы с современным приборным оборудованием, методами обработки и анализа полученных результатов научных исследований в сфере профессиональной деятельности |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

4. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Статистическая физика. Термодинамика»

#### 4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

#### Объем дисциплины и виды учебной работы

|                                                            | Всего | Порядковый номер семестра |
|------------------------------------------------------------|-------|---------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины всего (в з.е.), в том числе: | 4     | 7                         |
| Аудиторные занятия всего (в акад. часах), в том числе:     | 106   |                           |
| Лекции                                                     | 54    |                           |
| Практические занятия, семинары                             | 52    |                           |
| Самостоятельная работа всего (в акад. часах), в том числе: | 38    |                           |
| Вид итоговой аттестации:                                   |       |                           |
| Зачет/дифф.зачет                                           | +     |                           |
| Экзамен                                                    |       |                           |
| Общая трудоемкость дисциплины (часах)                      | 144   |                           |

| №<br>п/п | Наименование разделов и тем дисциплины (модуля) | семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в |        |                      |                      |                          |       |                         | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)<br>Форма промежуточной аттестации (по |                                    |               |            |                 |                           |                   |
|----------|-------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|----------------------|--------------------------|-------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------|------------|-----------------|---------------------------|-------------------|
|          |                                                 |         | Контактная работа                                                               |        |                      |                      | Самостоятель-ная работа  |       |                         |                                                                                                  |                                    |               |            |                 |                           |                   |
|          |                                                 |         | Всего                                                                           | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Др. виды контакт. работы | Всего | Курсовая работа(проект) | Подготовка к экзамену                                                                            | Другие виды самостоятельной работы | Собеседование | Коллоквиум | Проверка тестов | Проверка контрол.н. работ | Проверка реферата |

|    |                                                                                            |   |     |    |    |  |  |  |  |  |    |                          |   |  |   |  |  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|----|----|--|--|--|--|--|----|--------------------------|---|--|---|--|--|
| 1. | Введение. Термодинамические системы, параметры и равновесие.                               | 7 | 13  | 4  | 9  |  |  |  |  |  | 4  |                          |   |  |   |  |  |
| 2. | Термическое и калорическое уравнения состояния. Основные законы и уравнения термодинамики. | 7 | 14  | 5  | 9  |  |  |  |  |  | 5  | +                        |   |  | + |  |  |
| 3  | Основные термодинамические процессы и их уравнения.                                        | 7 | 14  | 5  | 9  |  |  |  |  |  | 5  |                          | + |  | + |  |  |
| 4  | 2-ое начало термодинамики. Основные уравнения термодинамики для равновесных процессов.     | 7 | 14  | 5  | 9  |  |  |  |  |  | 5  |                          | + |  | + |  |  |
| 5  | Расчет энтропии. Парадокс Гиббса.                                                          | 7 | 14  | 10 | 9  |  |  |  |  |  | 5  |                          |   |  | + |  |  |
| 6  | 2-ое начало термодинамики для неравновесных процессов.                                     | 7 | 14  | 10 | 9  |  |  |  |  |  | 5  |                          |   |  | + |  |  |
| 7  | 3-е начало термодинамики. Основные следствия третьего начала термодинамики.                | 7 | 13  | 10 | 9  |  |  |  |  |  | 4  |                          |   |  | + |  |  |
| 8  | Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.                                          | 7 | 12  | 5  | 11 |  |  |  |  |  | 3  |                          | + |  | + |  |  |
|    | Общая трудоемкость, в часах                                                                |   | 144 | 54 | 52 |  |  |  |  |  | 38 | Промежуточная аттестация |   |  |   |  |  |
|    |                                                                                            |   |     |    |    |  |  |  |  |  |    | Форма                    |   |  |   |  |  |
|    |                                                                                            |   |     |    |    |  |  |  |  |  |    | Зачет                    |   |  |   |  |  |
|    |                                                                                            |   |     |    |    |  |  |  |  |  |    | Зачет с оценкой          |   |  |   |  |  |
|    |                                                                                            |   |     |    |    |  |  |  |  |  |    | Экзамен                  |   |  |   |  |  |

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля)

Введение. Термодинамические системы, параметры и равновесие. Исходные положения термодинамики.

Термическое и калорическое уравнения состояния. Основные законы и уравнения термодинамики. Первое начало термодинамики.

Основные термодинамические процессы и их уравнения. Следствия, вытекающие из термического уравнения. Теплота и энтальпия.

2-ое начало термодинамики. Основные уравнения термодинамики для равновесных процессов. Связь между термическим и калорическим уравнениями.

Расчет энтропии. Парадокс Гиббса.

2-ое начало термодинамики для неравновесных процессов. Основные уравнения и основные неравенства термодинамики. Цикл Карно. Пределы применимости 2-го начала термодинамики.

3-е начало термодинамики. Основные следствия третьего начала термодинамики. Методы термодинамики. Метод круговых процессов. Метод термодинамических потенциалов.

Фазовые переходы. Классификация фазовых переходов. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы 2-го рода. Уравнение Эренфеста.

## 5. Образовательные технологии

| № п.п. | Тема программы дисциплины                                                                  | Применяемые технологии                                                                  |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Введение. Термодинамические системы, параметры и равновесие.                               | классическое традиционное; лекционное обучение                                          |
| 2      | Термическое и калорическое уравнения состояния. Основные законы и уравнения термодинамики. | классическое традиционное; лекционное обучение, наглядные, программированные            |
| 3      | Основные термодинамические процессы и их уравнения.                                        | классическое традиционное; лекционное обучение, вербальные (аудио)                      |
| 4      | 2-ое начало термодинамики. Основные уравнения термодинамики для равновесных процессов.     | классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа                  |
| 5      | Расчет энтропии. Парадокс Гиббса.                                                          | классическое традиционное; лекционное обучение, самообучение                            |
| 6      | 2-ое начало термодинамики для неравновесных процессов.                                     | классическое традиционное; лекционное обучение, дистанционные                           |
| 7      | 3-е начало термодинамики. Основные следствия третьего начала термодинамики.                | классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение |
| 8      | Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.                                          | классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение |
| 9      | Основные понятия теории вероятности и математической статистики.                           | классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение |
| 10     | Основные представления классической стат. физики.                                          | классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение |
| 11     | Фазовые пространства. Эргодическая гипотеза.                                               | классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение |
| 12     | Стационарные функции распределения. Микроканоническое распределение.                       | классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение |
| 13     | Каноническое распределение Гиббса. Физический параметров канонического распределения.      | классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение |
| 14     | Интеграл состояний, статистическая сумма. Энтропия и ее связь с вероятностью состояний.    | классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение |
| 15     | Распределение Максвелла-Больцмана. Барометрическая формула.                                | классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение |
| 16     | Большое каноническое распределение Гиббса. Физический смысл                                | классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное                            |

|    |                                                                                               |                                                                                               |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | химического потенциала.                                                                       | программированное обучение                                                                    |
| 17 | Применение статистического метода к квантовым статистикам.                                    | классическое традиционное;<br>лекционное обучение, компьютерное<br>программированное обучение |
| 18 | Статистики Максвелла-Больцмана, Бозе-Эйнштейна, Ферми-Дирака и их сопоставление.              | классическое традиционное;<br>лекционное обучение, компьютерное<br>программированное обучение |
| 19 | Теория флуктуаций. Определение корреляционных моментов как основная задача теории флуктуации. | классическое традиционное;<br>лекционное обучение, компьютерное<br>программированное обучение |

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

**6.1. План самостоятельной работы студентов**

| № нед. | Тема                                                                   | Вид самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                   | Рекомендуемая литература | Количество часов |
|--------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------|
| 1.     | Изучение термодинамических свойств реальных газов на примере гелия     | Изучение литературы по тематике раздела Подготовка к зачету<br>Выполнение ИДЗ Изучение литературы по теме реферата/доклада<br>Подготовка реферата/доклада<br>Отработка стандартных и нестандартных заданий по теме раздела                                                   |                          | 6                |
| 2      | История создания двигателей внутреннего сгорания.                      | Подготовка к зачету Выполнение ИДЗ<br>Изучение литературы по теме реферата/доклада Подготовка реферата/доклада<br>Отработка стандартных и нестандартных заданий по теме раздела Изучение литературы по теме обзора<br>Подготовка тематического обзора                        |                          | 6                |
| 3      | Изучение различных видов теплообмена.                                  | Изучение литературы по тематике раздела Подготовка к зачету<br>Выполнение ИДЗ Отработка стандартных и нестандартных заданий по теме раздела Подготовка к контрольной работе Повторение материала предыдущих разделов                                                         |                          | 6                |
| 4      | Коэффициент теплоотдачи. Сложности его экспериментального определения. | Изучение литературы по тематике раздела Подготовка к зачету<br>Выполнение ИДЗ Изучение литературы по теме реферата/доклада<br>Подготовка реферата/доклада Выбор темы проекта Подбор и изучение литературы по теме проекта<br>Разработка проекта Подготовка отчета по проекту |                          | 8                |
| 5      | Основные                                                               | Изучение литературы по тематике                                                                                                                                                                                                                                              |                          | 4                |

|   |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                 |  |    |
|---|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----|
|   | принципы статистической физики                   | раздела Подготовка к зачету<br>Выполнение ИДЗ Изучение литературы по теме реферата/доклада<br>Подготовка реферата/доклада<br>Отработка стандартных и нестандартных заданий по теме раздела                                                      |  |    |
| 6 | Статистические распределения для идеальных газов | Подготовка к зачету Выполнение ИДЗ<br>Изучение литературы по теме реферата/доклада Подготовка реферата/доклада Отработка стандартных и нестандартных заданий по теме раздела Изучение литературы по теме обзора Подготовка тематического обзора |  | 4  |
| 7 | Неидеальные газы.                                | Изучение литературы по тематике раздела Подготовка к зачету<br>Выполнение ИДЗ Отработка стандартных и нестандартных заданий по теме раздела Подготовка к контрольной работе Повторение материала предыдущих разделов                            |  | 4  |
|   | Всего                                            |                                                                                                                                                                                                                                                 |  | 38 |

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Целью самостоятельной работы является самостоятельное приобретение новых знаний и выработка способности к постоянному самообучению и самосовершенствованию в профессиональной и социально-общественных сферах деятельности.

Самостоятельная учебная работа представлена такими формами учебного процесса, как лекция, семинар, практические и лабораторные занятия, экскурсии, подготовка к ним. Студент должен уметь вести краткие записи лекций, составлять конспекты, планы и тезисы выступлений, подбирать литературу и т.д.

Научная самостоятельная работа студента заключается в его участии в работе кружков на кафедрах, в научных конференциях разного уровня, а также в написании контрольных, курсовых и выпускных квалификационных (дипломных работ) работ.

### Самостоятельная работа студентов включает следующие компоненты:

| №№ п/п | Наименование работы                | Кол-во часов | Форма контроля                                       |
|--------|------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------|
| 1      | Проработка лекционного материала   | 20           | Зачет с оценкой                                      |
| 2      | Подготовка к практическим занятиям | 18           | Работа у доски; контрольные, самостоятельные работы. |

## 6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

### Самостоятельная работа.

1. Гомогенные и гетерогенные системы. Фазы и константы. Внутренняя энергия системы. Теплота и работа.

2. Теплоемкость. Виды теплоемкостей. Закон Джоуля для идеального газа.

3. Обратимые и необратимые процессы. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори. Равенство Клаузиуса.

4. Методы термодинамики. Термодинамические потенциалы сложных систем и систем с переменным числом частиц. Полный термодинамический потенциал.

5. Релятивистская термодинамика. Идеальный газ. Равновесное излучение.

6. Термодинамика систем при отрицательных температурах.

7. Применение термодинамики. Термодинамика гальванических и топливных элементов. Определение химического сродства. Термодинамика диэлектриков и магнетиков. Термодинамика излучений, плазмы.

8. Теория вероятностей и математическая статистика. Закон больших чисел. Среднее значения. Уклонение от средних. Дисперсия. Корреляция. Неравенство Чебышева. Средние от функций случайной величины.

9. Некоторые общие свойства канонического распределения и его связь с микроканоническим распределением.

10. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы и теоремы о вириале.

11. Теплоемкость твердых тел. Классическая и квантовая теория теплоемкостей кристаллов.

12. Теория идеальных газов. Классическая функция распределения идеального газа.  $\mu$  пространство и числа заполнения.

13. Статистика квантовых систем. Приложение статистики Бозе-Эйнштейна к фотонному газу.

### Практические занятия.

Задачи по курсу термодинамики:

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 их 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.

16. Показать, что дифференциальное выражение для элементарной работы не является полным дифференциалом какой – либо функции параметров состояния системы.

17. Доказать, что для всякой средней обобщенной силы  $A_i$  соответственной сопряженному внешнему параметру  $a$ , имеет место тождество

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

18. 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.

19. Для идеального газа  $pV = \Theta$ ,  $C_v = \text{const}$  получить уравнение адиабаты  $p = p(V)$ .

20. Показать, что для идеального газа  $pV = \Theta$  удельная теплоемкость  $C_p = C_v + 1$ .

21. Определить КПД тепловой машины работающей по циклу, пересеченных по циклу, состоящих из двух изотерм  $\Theta = \Theta_1$  и  $\Theta = \Theta_2$ , пересеченных двумя адиабатами.

22. Показать, что КПД теплового двигателя не может превышать КПД цикла Карно, работающего в том же диапазоне температур.

23. Полагая, что давление равновесного излучения  $p$  равно трети плотности его энергии  $U = E/V$ , получить температурную зависимость  $U = U(\Theta)$ .

24. 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  $p = p(\Theta, V)$ .

25. Указать условия, при которых равновесное состояние системы соответствует максимальному значению энтропии.

26. Указать условия, при которых равновесное состояние системы соответствует минимальному значению свободной энергии.

27. Внутренняя энергия  $U$  единицы объема газа является функцией только  $\Theta$ , а уравнение состояния газа имеет вид  $p = \frac{u(\Theta)}{3}$ . Определить функциональную форму  $U(\Theta)$ .

28. Вывести выражение для энтропии идеального газа для случая, когда удельная теплоемкость при постоянном объеме  $C_v = C_v^0 = \text{const}$ .

29. Для газа заданы соотношения:

$$а) pV = f(\Theta) \text{ и б) } \left( \frac{\partial u}{\partial V} \right)_{\Theta} = 0.$$

Показать, что  $f(\Theta)$  имеет смысл абсолютной температуры. Здесь  $\Theta$ - температура в некоторой произвольной температурной шкале,  $p$ - давление,  $V$ -объем и  $u$ - внутренняя энергия.

30. Методом циклов найти зависимость ЭДС гальванического элемента от температуры.

### **Контрольные вопросы.**

1. Термодинамика. Введение.
  2. Основные понятия и исходные положения термодинамики.
  3. Термодинамические параметры (интенсивные, экстенсивные). Релаксация.
- Постулаты термодинамики.
4. Гомогенные, гетерогенные системы. Фазы и компоненты.
  5. Внутренняя энергия системы. Теплота и работа.
  6. Термическое и калорические уравнения состояния.
  7. Следствия, вытекающие из термического уравнения.
  8. Теплота и энтальпия.
  9. Первое начало термодинамики.
  10. Теплоемкость. Удельная теплоемкость.
  11. Закон Джоуля.
  12. Основные термодинамические процессы и их уравнения.
  13. Второе начало термодинамики.
  14. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори.
  15. Основное уравнение термодинамики для равновесных процессов.
  16. Парадокс Гиббса.
  17. Границы применимости 2-го начала термодинамики.
  18. 3-е начало термодинамики.
  19. Методы термодинамики. Метод круговых процессов.
  20. Метод термодинамических потенциалов.
  21. Фазовые переходы. Классификация фазовых переходов.
  22. Фазовые переходы 1-го рода. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.
  23. Применение 3-го начала термодинамики к фазовым переходам 1-го рода.
  24. Фазовые переходы 2-го рода. Уравнение Эренфеста.
  25. Термодинамика систем при отрицательных температурах. Существование систем с отрицательной термодинамической температурой.
  26. Условия устойчивости систем с отрицательными термодинамическими температурами.
  27. Термодинамика различных физических систем. Термодинамика гальванических и топливных элементов.
  28. Термодинамика излучения.
  29. Термодинамика плазмы.
  30. Исходные положения и основные уравнения термодинамики линейных необратимых процессов.
  31. Основные понятия теории вероятности.
  32. Вероятность как число.
  33. Случайная величина.
  34. Сложение вероятностей.
  35. Условие нормировки.
  36. Умножение вероятностей.

37. Биноминальное распределение.
38. Средние значения.
39. Уклонение от средних. Дисперсия.
40. Корреляция.
41. Неравенство Чебышева.
42. Закон больших чисел.
43. Средние от функций случайных величин.
44. Основные представления классической статистической физики. Невозможность последовательного механического описания физических систем многих частиц.
45. Макроскопическое и микроскопическое описание системы в термодинамическом равновесии.
46. Канонические уравнения или уравнения Гамильтона.
47. Интегралы движения. Скобки Пуассона.
48. Фазовое пространство.
49. Расчет фазовой траектории гармонического осциллятора.
50. Элемент фазового объема. Вероятность нахождения системы в фазовом пространстве.
51. Теорема Лиувилля.
52. Макроскопические величины, как фазовые средние. Эргодическая гипотеза.
53. Стационарные функции распределения. Микроканоническое распределение.
54. Каноническое распределение Гиббса.
55. Свойства канонического распределения.
56. Физический смысл параметров канонического распределения.
57. Распределение Максвелла-Больцмана.
58. Большое каноническое распределение Гиббса.
59. Энтропия и ее связь с вероятностью состояния.
60. Основы квантовой статистики. Квантовые системы и их свойства.
61. Описание квантовых систем.
62. Применение статистического метода к квантовым системам.
63. Метод ячеек Больцмана.
64. Статистики квантовых систем.
65. Сопоставление квантовых статистик.

### **Тестовые задания по дисциплине «Статистическая физика. Термодинамика»**

1. Передача теплоты от одного тела к другому может происходить, если их температуры:
  1. одинаковые
  2. различные
  3. пропорциональные
2. При переходе вещества из жидкого состояния в газообразное силы притяжения между молекулами вещества:
  - 1 уменьшаются
  - 2 увеличиваются
  - 3 остаются без изменения
3. Согласно кинетической теории газов теплота определяется движением частиц:
  1. беспорядочным
  2. упорядоченным
  3. поступательным
4. Термодинамические параметры системы
  1. масса, объем, давление, температура
  2. масса, объем, теплота, температура
  3. масса, объем, давление, работа

5. К независимым параметрам газа относятся:

1. температура, давление, объем, масса
2. температура, теплоемкость, давление, масса
3. температура, теплоемкость, объем, масса

6. Объемная доля газа в смеси – это:

1. произведение объема компонента и объема всей смеси
2. отношение объема компонента к объему всей смеси
3. отношение объема всей смеси к объему компонента

7. Моль и молекула (атом) равны между собой:

1. по объему
2. по массе
3. по количеству весовых единиц

8. Теплота – это:

1. форма передачи энергии
2. метод передачи энергии
3. путь передачи энергии

9. Термодинамический процесс – это изменение состояния термодинамической системы

при

обмене энергией в форме:

1. температуры и работы
2. давления и теплоты
3. работы и теплоты

10. Система, лишенная возможности обмениваться энергией с окружающей средой называется:

1. ограниченной
2. изолированной
3. закрытой

11. Киломольные теплоемкости при постоянном давлении ( $C_P$ ) и постоянном объеме ( $C_V$ ) связаны между собой уравнением ( $R$  - универсальная газовая постоянная):

1.  $C_P = C_V + R$
2.  $C_V = C_P + R$
3.  $R = C_P + C_V$

12. При неравновесном процессе в каждый момент времени параметры системы в различных

точках:

1. одинаковые
2. разные
3. пропорциональны друг другу

13. При нагревании газа при постоянном объеме подводимое тепло расходуется на:

1. изменение размеров системы
2. изменение внутренней энергии системы
3. изменение массы системы

14. Внутренняя энергия ( $U$ ) в термодинамической системе играет роль:

1. функции
2. параметра
3. независимой переменной

15. Внутренняя энергия тела – это:

1. сумма кинетической и потенциальной энергии всех его частиц
2. разность потенциальной и кинетической энергий его частиц
3. произведение кинетической и потенциальной энергий частиц

16. Внутренняя энергия газа пропорциональна его:

1. давлению
2. температуре

3. объему
17. Термодинамический процесс, протекающий при постоянной температуре, называется:
  1. адиабатным
  2. изотермическим
  3. политропным
18. Термодинамический процесс, протекающий при постоянном давлении, называется:
  1. изобарным
  2. адиабатным
  3. изохорным
19. Поверхность, соединяющая точки с одинаковой температурой, называется:
  1. изохорной
  2. изобарной
  3. изотермической
20. Киломоль любого газа содержит молекул или атомов:
  1.  $6,022 \cdot 10^{21}$
  2.  $6,022 \cdot 10^{23}$
  3.  $6,022 \cdot 10^{26}$
21. Уравнение Клайперона устанавливает связь между:
  1. давлением, объемом и температурой газа
  2. давлением и температурой газа
  3. объемом и температурой газа
22. По закону Бойля–Мариотта давление идеального газа при постоянной температуре:
  1. обратно пропорционально его объему
  2. прямо пропорционально его объему
  3. равно его объему
23. Массовая теплоемкость вещества - это количество тепла, необходимое для нагревания на 1 градус Кельвина:
  1. 1 кг вещества
  2. 1 г вещества
  3. 1 мг вещества
24. Единицы измерения массовой теплоемкости:
  1. кДж / моль \* К
  2. Н / моль \* К
  3. кДж / кг \* К
25. Изменение внутренней энергии системы равно разности между количеством тепла, подведенного к системе и:
  1. изменением объема системы
  2. изменением массы системы
  3. количеством работы, совершенной системой
26. Первый закон термодинамики выражается следующим уравнением ( $Q$  – тепловой эффект,  $U$  – внутренняя энергия системы,  $A$  – работа системы):
  1.  $Q = \Delta U + A$
  2.  $Q = \Delta U - A$
  3.  $Q = \Delta U * A$
27. Энтальпия ( $H$ ) в термодинамической системе играет роль:
  1. функции
  2. параметра
  3. зависимой переменной
28. Энтальпия системы ( $H$ ) связана с внутренней энергией системы ( $U$ ) уравнением ( $A$  - работа):
  1.  $\Delta H = \Delta U / A$

2.  $\Delta H = \Delta U + A$
3.  $\Delta H = \Delta U \cdot A$
29. Термодинамический процесс, протекающий при постоянном объеме, называется:
  1. изобарным
  2. изохорным
  3. изотермическим
30. Для изобарного процесса справедливо уравнение:
  1.  $V_1/T_1 = V_2/T_2$
  2.  $V_1 \cdot P_1 = V_2 \cdot P_2$
  3.  $P_1/T_1 = P_2/T_2$
31. Для изохорного процесса справедливо уравнение:
  1.  $V_1/T_1 = V_2/T_2$
  2.  $V_1 \cdot P_1 = V_2 \cdot P_2$
  3.  $P_1/T_1 = P_2/T_2$
32. Для изотермического процесса справедливо уравнение:
  1.  $V_1/T_1 = V_2/T_2$
  2.  $V_1 \cdot P_1 = V_2 \cdot P_2$
  3.  $P_1/T_1 = P_2/T_2$
33. По закону Гей–Люссака при постоянном давлении объемы одинаковых масс одного и того же идеального газа:
  1. прямо пропорциональны его абсолютным температурам
  2. обратно пропорциональны его абсолютным температурам
  3. равны его абсолютным температурам
34. Основные компоненты сухого воздуха:
  1. кислород и азот
  2. кислород и водород
  3. кислород и озон
35. Газовая смесь состоит из газов:
  1. химически несвязанных между собой
  2. вступающих в химическую реакцию
  3. изолированных друг от друга
36. Найти дисперсию  $(\overline{\Delta X^2})$  при равномерном распределении величины  $x$  в интервале  $a$  и  $b$ .
37. Вычислить якобиан преобразования  $D$  от декартовых координат к сферическим.
38. Получить выражение для вероятности. Найти гармонически колеблющуюся точку в определенном интервале  $dx$  на линии. Показать, что  $(A - \bar{A})(B - \bar{B}) = AB - \bar{A}\bar{B}$ .
39. Определить среднюю скорость молекул водорода, азота, кислорода при 273К.
40. 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  $M_{He} = 4,003$ .
41. Построить фазовую траекторию для свободно падающей частицы.
42. Подтвердить теорему Лиувилля для материальной точки, движущейся по инерции.
43. Построить фазовую траекторию для частицы, движущейся по инерции.
44. 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.
45. Определить нормировочный делитель  $\Omega(E)$  микроканонического распределения Гиббса для системы, состоящей из совокупности  $N$ - частиц идеального одноатомного газа.

## 7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины

### 7.1. Учебная литература:

#### Основная:

1. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории. 419. ... Д. Г. Барсегов, И. Л. Касаткина, А. А. Греков, З. П. Мастропас. 2010.
2. Michael E. Starzak. 2010. introduction to modern thermodynamics. ... Курс общей физики. в 5 книгах. книга 3. Молекулярная физика и термодинамика. ... физматлит.
3. Термодинамика и статистическая физика. том 3. теория неравновесных систем. М.: 2011
4. 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.
5. 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.

### 7.2. Интернет-ресурсы

| 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>                         |
| Русская виртуальная библиотека                                                             | <a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a>                                     |

|                                                                         |                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»                  | <a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Ind ex.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Ind ex.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 «Информιο» | <a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>                                                 |
| Информационно-правовая система «Гарант»                                 | Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГУ                                      |
| Электронно-библиотечная система «Юрайт»                                 | <a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>                                     |

### 7.3 Программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10
2. Microsoft Windows server 2003, 2008, 2012, 2016
3. Microsoft Office 2007, 2010, 2016
4. Антивирусное ПО Kaspersky endpoint security
5. Справочно-правовая система «Гарант»
6. Операционная система Microsoft Windows XP Professional.
7. Пакет прикладных программ Microsoft Office 2003 Professional.
8. Программный продукт «Антивирус Касперского».
9. Программный продукт FineReader 7.0 Professional Edition.
10. Программный продукт MATLAB 6.

### 7.4. Материально-техническое обеспечение

Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:

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

Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся:

Видеопроектор, ноутбук, переносной экран.

|                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аудитория № 303.<br>386132, Республика Ингушетия, г.о. город Назрань, г.Назрань, тер. Гамурзиевский административный округ, ул. Магистральная, д. 39«а» Ауд. №303.<br>Площадь 71.6 м <sup>2</sup>                                        | Специализированная учебная мебель для обучающихся и преподавателя; технические средства обучения (компьютерная техника, доска, мультимедийное оборудование: интерактивная доска, проектор); доступ к информационно-телекоммуникационной сети Интернет; учебно-методические материалы. |
| Для практических занятий. Аудитория № 06<br>386132, Республика Ингушетия, г.о. город Назрань, г.Назрань, тер. Гамурзиевский административный округ, ул. Магистральная, д. 39«а» Ауд. №06.<br>Площадь 30,2м <sup>2</sup>                  | Специализированная учебная мебель для обучающихся и преподавателя; технические средства обучения (ноутбук, доска); обеспечен доступ к информационно-телекоммуникационной сети Интернет; учебно-методические материалы.                                                                |
| Для самостоятельной работы обучающихся. Аудитория № 116<br>386132, Республика Ингушетия, г.о. город Назрань, г.Назрань, тер. Гамурзиевский административный округ, ул. Магистральная, д. 39«а» Ауд. №116.<br>Площадь 36, 2м <sup>2</sup> | Рабочие места для обучающихся, технические средства обучения (ноутбук, доска), доступ к сети Интернет, учебно-методические материалы, электронные образовательные ресурсы.                                                                                                            |

Рабочая программа дисциплины «Статистическая физика. Термодинамика» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «07» августа 2020 г. № 891, с учетом *примерной программы учебной дисциплины* из ПООП (*при наличии*)

Программу составили:

1. Гайтукиева Зарита Хазировна, доцент кафедры «Физика» ИнгГУ  
(Ф.И.О., должность)

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»

Протокол № 11 от « 27 » 04 2026 года

Программа одобрена Учебно-методической комиссией физико-математического факультета

Протокол № 6 от « 28 » 04 2026 года

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений**

| Учебный<br>год | Решение<br>кафедры<br>(№ протокола, дата) | Внесенные изменения | Подпись зав.<br>кафедрой |
|----------------|-------------------------------------------|---------------------|--------------------------|
|                |                                           |                     |                          |
|                |                                           |                     |                          |
|                |                                           |                     |                          |

