


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет**  
**им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ**

**КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ**


**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель образовательной  
программы

 **Б.И. Кунижев**  
«30» мая 2023 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор Института физики и  
математики

 **Б.И. Кунижев**  
«30» мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«ТЕРМОДИНАМИКА. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»**

Направление подготовки

**03.03.02 Физика**

(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки:

**«Физика конденсированного состояния вещества»**

(наименование профиля подготовки)

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

**Нальчик 2023**

Рабочая программа дисциплины «Термодинамика. Статистическая физика» /  
сост. М.Х. Хоконов – Нальчик: ФГБОУ КБГУ, 2023. - 37 с.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 03.03.02 Физика, профиль «Физика конденсированного состояния вещества» 7 семестра, 4 курса.

Рабочая программа дисциплины предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль «Физика конденсированного состояния вещества») 5-го семестра 3-го курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта ФГОС 3++ высшего образования по направлению 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 7 августа 2020 г. № 891, который зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г., регистрационный № 59412.

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения дисциплины	4
2.	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	4
3.	Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4.	Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
5.	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	10
	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	18
6.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	21
7.1.	Нормативно-законодательные акты	21
7.2.	Основная литература	22
7.3.	Дополнительная литература	22
7.4.	Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)	24
7.5.	Интернет-ресурсы	24
7.6.	Методические указания по проведению различных учебных занятий, к проектированию и другим видам самостоятельной работы	24
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	28
9.	Приложения	29

## **1. Цель изучения дисциплины.**

Целью освоения учебной дисциплины «Термодинамика. Статистическая физика» (ТСФ) является приобретение знаний и умений по осмыслению современных методов термодинамики и статистической физики равновесных и квазиравновесных систем; развитие способности к самостоятельному анализу и использованию термодинамики и статистической физики в профессиональной деятельности и повседневной практике; формирование общекультурных и профессиональных компетенций.

К исходным требованиям, необходимым для изучения данной дисциплины относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: «Общая физика», «Квантовая механика», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения». Дисциплина ТСФ является основой для изучения дисциплины «Физическая кинетика, а также специальных дисциплин по физике межфазных явлений, астрофизики, геофизики и физики конденсированного состояния вещества.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Термодинамика. Статистическая физика» является частью ОПОП по направлению 03.03.02 "Физика" (бакалавриат) учебного плана, составленного согласно ФГОС 3++ для студентов очной формы обучения и входит в вариативную часть дисциплин Блока 1 «Модуль: Теоретическая физика» учебного плана направления подготовки 03.03.02 Физика, направленности «Физика конденсированного состояния вещества».

Дисциплина "Термодинамика. Статистическая физика" (ТСФ) входит в базовую часть учебного плана по указанному направлению в рамках профиля "Физика конденсированного состояния вещества". Код дисциплины в учебном плане Б1.О.11.06.

К исходным требованиям, необходимым для изучения данной дисциплины относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: «Общая физика», «Квантовая механика», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения». Дисциплина ТСФ является основой для изучения дисциплины "Физическая кинетика", а также специальных дисциплин по физике межфазных явлений, астрофизики, геофизики и физики конденсированного состояния вещества.

:-

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)**

В результате освоения курса «Термодинамика. Статистическая физика» у студента формируются компетенции:

ОПК-1.1 Способен применять базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук

ОПК-1.2 Способен использовать при решении профессиональных задач знания, полученные в области математических и (или) естественных наук

ОПК-1.3 Способен выбирать физические модели и методы решения задач профессиональной деятельности

### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

знать предметную область, категориальный аппарат, структуру, уровни и функции термодинамики и статистической физики. Студент должен усвоить каким образом основные постулаты термодинамики приводят к построению всей теории и к описанию конкретных физических ситуаций. Студент должен также понимать роль статистических законов в природных явлениях. При этом особое внимание уделяется основным

равновесным распределениям, составляющим основу классической статистики. Студент должен также знать как законы статистической физики приводят к законам термодинамики.

уметь правильно пользоваться методами термодинамики в общем виде, т.е. с помощью обобщённых термодинамических координат. Именно, студент должен уметь выражать термодинамические соотношения для реальных систем через теплоёмкости и уравнения состояния. Кроме того, студент должен уметь пользоваться равновесными распределениями для постоянного и переменного числа частиц в применении к реальным физическим ситуациям.

владеть (быть в состоянии продемонстрировать) знанием базовых концепций и понятий термодинамики и статистической физики (температура, энтропия, равновесное распределение в фазовом пространстве), пониманием связи законов статистической физики и термодинамики; умением анализировать макроскопические системы с большим числом частиц, выявляя число степеней свободы для построения правильного выражения для статистической суммы; навыком приобретения и использования знаний основных законов термодинамики и статистической физики в оценке конкретных ситуаций, возникающих в образовательной, профессиональной деятельности и повседневной жизни.

Студент, прослушавший данный курс должен уметь решать следующие профессиональные задачи в таких сферах профессиональной деятельности, как научно-исследовательская (освоение методов научных исследований, освоение теорий и моделей, участие в проведении физических исследований по заданной тематике); научно-инновационной деятельности (освоение методов применения результатов научных исследований в инновационной деятельности).

### 3. . Содержание и структура дисциплины (модуля)

Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля), перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

№	Наименование раздела	Содержание раздела ТЕРМОДИНАМИКА	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1	2	3	4	5
1	Термодинамика Введение	Введение. Основные постулаты термодинамики равновесных процессов. Понятие о равновесном и неравновесном процессах. Внешние параметры и обобщённые силы. Работа термодинамических систем. Количество теплоты. Первое начало термодинамики и следствия из него. - 2 часа	ОПК-1,	ДЗ, К, Т, О
2	Термодинамика 2 начало	Три формулировки второго начала термодинамики и их эквивалентность. - 1 час	ОПК-1	ДЗ, К, Т, О, РК
3	Термодинамика Температура	Принцип Каратеодори. Метод циклов Карно. Связь термического и калорического уравнений. Термодинамическое	ОПК-1	ДЗ, К, Т, О

		доказательство существования абсолютной температуры (доказательство методом циклов). Термодинамическая температурная шкала и её связь с эмпирической температурой. - 2 часа.		
4	Термодинамика Энтропия	Принцип возрастания энтропии. Существование энтропии как следствие принципа Каратеодори. - 1 час.	ОПК-1	ДЗ, К, Т, О
5	Термодинамика Доказательство существования энтропии по Каратеодори	Математическое доказательство существования энтропии. - 1 час.	ОПК-1,	ДЗ, К, Т, О
6	Термодинамика Потенциалы	Основное уравнение термодинамики равновесных процессов. Вычисление энтропии. Преобразование производных термодинамических величин с помощью якобианов. Метод термодинамических потенциалов для простых систем. Соотношения между производными термодинамических величин. - 3 часа.	ОПК-1,	ДЗ, К, Т, О, РК
7	Термодинамика Термодинамические процессы. Системы с переменным числом частиц	Процесс Джоуля-Томсона. Расширение газа в пустоту. Зависимость термодинамических величин от числа частиц. Химический потенциал. Уравнение Гиббса-Дюгема. Большой термодинамический потенциал. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Вычисление свободной энергии и энергии Гиббса. - 2 часа.	ОПК-1,	ДЗ, К, Т, О, РК
8	Термодинамика Равновесие фаз	Условия равновесия в двухфазной однокомпонентной системе. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Общие условия равновесия, устойчивость равновесия. Термодинамика фазовых переходов. - 1 часа	ОПК-1,	ДЗ, К, Т, О
9	Термодинамика 3 начало	Третье начало термодинамики и следствия из него. Понятие о системах с отрицательными температурами. - 1 час.	ОПК-1,	ДЗ, К, Т, О, РК

Здесь и далее в графе 4 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), курсовой работы (КР), домашнего задания (ДЗ), написание реферата (Р), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т), опрос (О) и т.д.

Всего лекций по курсу термодинамики 14 часов.

Таблица 2а

(продолжение)

№	Наименование раздела	Содержание раздела СТАТФИЗИКА	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1	2	3	4	5
1	Ансамбль Гиббса	Основные понятия, используемые в статистической физике. Фазовое пространство. Ансамбль Гиббса. Эргодическая гипотеза. Уравнение Лиувилля. Теорема Лиувилля. - 1 часа.	ОПК-1,	ДЗ, К, Т, О
2	Метод ячеек Больцмана	Метод ячеек Больцмана. Элементарная теория распределения Больцмана. Вывод распределения Больцмана методом ячеек. - 2 час.	ОПК-1,	ДЗ, К, Т, О, РК
3	Особенности и квантовых статистик	Особенности квантовых статистик. Роль принципа тождественности частиц и принципа Ферми. Вывод распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна методом ячеек. - 2 часа.	ОПК-1,	ДЗ, К, Т, О, РК
4	Каноническое и микроканоническое распределения Гиббса	Каноническое и микроканоническое распределения Гиббса. Статистический вес и энтропия. Плотность состояний для простейших систем. - 1 часа.	ОПК-1,	ДЗ, К, Т, О, РК
5	Идеальный газ	Распределения Максвелла и Больцмана для идеального газа. - 1 час.	ОПК-1,	ДЗ, К, Т, О
6	Статсумма и термодинамика	Статистическая сумма и внутренняя энергия. Связь распределения Гиббса с законами термодинамики. - 1 час.	ОПК-1,	ДЗ, К, Т, О, РК
7	Уравнения состояния	Статистическая сумма и уравнения состояния. - 1 час.	ОПК-1,	ДЗ, К, Т, О
8	Статистическая сумма	Статистика системы фотонов. Спектр абсолютно чёрного тела. - 1 час.	ОПК-1,	ДЗ, К, Т, О
9	Теплоёмкость твёрдых тел	Теплоёмкость твёрдых тел по классической теории и по теории Эйнштейна. Теория Дебая теплоёмкости твёрдых тел. - 2 часа.	ОПК-1,	ДЗ, К, Т, О, РК
10	Системы с переменными	Большое каноническое распределение Гиббса. - 1 часа.	ОПК-1,	ДЗ, К, Т, О, РК

	м числом частиц			
1 1	Теория Лажевена	Статистика диэлектриков. Формула Ланжевена. - 1 час.	ОПК-1,	ДЗ, К, О

На изучение курса отводится 108 часа (3 з.е.), из них: контактная работа 56 ч., в том числе лекционных – 28 часов; практических – 28 часа; самостоятельная работа студента 25 часов; завершается экзаменом (27 часов).

### Структура дисциплины (модуля) «Термодинамика. Статистическая физика»

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часов / зачетных единиц	
	7 семестр	всего
<b>Общая трудоемкость (в зачетных единицах)</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>56</b>	<b>56</b>
<i>Лекции (Л)</i>	28	28
<i>Практические занятия (Семинарские занятия)</i>	28	28
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>
<b>Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
Расчетно-графическое задание	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Реферат (Р)	<i>Не предусмотрен</i>	<i>Не предусмотрен</i>
Эссе (Э)	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Контрольная работа (КР)	<i>Не предусмотрена</i>	<i>Не предусмотрена</i>
Самостоятельное изучение разделов	25	25
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	<i>Не предусмотрен</i>	<i>Не предусмотрен</i>
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27	27
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	Введение. Основные постулаты термодинамики равновесных процессов. Понятие о равновесном и неравновесном процессах. Внешние параметры и обобщённые силы. Работа термодинамических систем. Количество теплоты. Первое начало термодинамики и следствия из него.
2.	Три формулировки второго начала термодинамики и их эквивалентность
3.	Принцип Каратеодори. Метод циклов Карно. Связь термического и калорического уравнений. Термодинамическое доказательство существования абсолютной температуры (доказательство методом циклов). Термодинамическая температурная шкала и её связь с эмпирической температурой. -
4.	Принцип возрастания энтропии. Существование энтропии как следствие принципа Каратеодори.



5.	Математическое доказательство существования энтропии. -
6.	Основное уравнение термодинамики равновесных процессов. Вычисление энтропии. Преобразование производных термодинамических величин с помощью якобианов. Метод термодинамических потенциалов для простых систем. Соотношения между производными термодинамических величин. -
7.	Процесс Джоуля-Томсона. Расширение газа в пустоту. Зависимость термодинамических величин от числа частиц. Химический потенциал. Уравнение Гиббса-Дюгема. Большой термодинамический потенциал. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Вычисление свободной энергии и энергии Гиббса.
8.	Условия равновесия в двухфазной однокомпонентной системе. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Общие условия равновесия, устойчивость равновесия. Термодинамика фазовых переходов. -
9.	Третье начало термодинамики и следствия из него. Понятие о системах с отрицательными температурами
10.	Основные понятия, используемые в статистической физике. Фазовое пространство. Ансамбль Гиббса. Эргодическая гипотеза. Уравнение Лиувилля. Теорема Лиувилля. -
11.	Метод ячеек Больцмана. Элементарная теория распределения Больцмана. Вывод распределения Больцмана методом ячеек.
12.	Особенности квантовых статистик. Роль принципа тождественности частиц и принципа Ферми. Вывод распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна методом ячеек.
13.	Каноническое и микроканоническое распределения Гиббса. Статистический вес и энтропия. Плотность состояний для простейших систем
14.	Распределения Максвелла и Больцмана для идеального газа.
15.	Статистическая сумма и внутренняя энергия. Связь распределения Гиббса с законами термодинамики..
16.	Статистическая сумма и уравнения состояния.
17.	Статистика системы фотонов. Спектр абсолютно чёрного тела.
18.	Теплоёмкость твёрдых тел по классической теории и по теории Эйнштейна. Теория Дебая теплоёмкости твёрдых тел.
19.	Большое каноническое распределение Гиббса.
20.	Статистика диэлектриков. Формула Ланжевена.

**Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия)**

№ п/п	Тема
1.	Вычисление работы термодинамических систем. Количество теплоты. Первое начало термодинамики. Вычисление теплоёмкостей. Основные термодинамические процессы и их уравнения (изотерма, адиабата, политропа) в различных переменных
2.	Второе начало термодинамики. Расчёты КПД циклов Отто, Дизеля и др.
3.	Основное уравнение термодинамики равновесных процессов. Вычисление энтропии
4.	Преобразование производных термодинамических величин с помощью якобианов. Метод термодинамических потенциалов для простых систем. Соотношения между производными термодинамических величин.
5.	Процесс Джоуля-Томсона. Расширение газа в пустоту

6.	Флуктуаций термодинамических величин. Формула Эйнштейна. Многомерное распределение Гаусса для флуктуаций термодинамических величин. Среднеквадратичные флуктуации термодинамических величин для многомерного распределения Гаусса. Флуктуации термодинамических величин в переменных $P$ и $S$ , а также в переменных $T$ и $V$ .
7.	Уравнение Лиувилля. Теорема Лиувилля.
8.	Каноническое и микроканоническое распределения Гиббса. Плотность состояний для простейших систем
9.	Распределения Максвелла и Больцмана для идеального газа
10.	Статистическая сумма и уравнения состояния
11.	Статистика системы фотонов. Спектр абсолютно чёрного тела
12.	Теплоёмкость твёрдых тел по классической теории и по теории Эйнштейна. Теория Дебая теплоёмкости твёрдых тел
13.	Классическая и квантовая теория теплоёмкости двухатомных молекул.
14.	Расчёт термодинамических свойств идеального газа методами статистической физики
15.	Неидеальные газы. Статистическая сумма неидеального газа. Уравнение состояния разреженного неидеального газа. Вириальное разложение
16.	Статистика диэлектриков. Формула Ланжевена
17.	Статистика вырожденного электронного газа. Случай конечных температур.

**Таблица 5. Лабораторные работы по дисциплине (модулю) – не предусмотрены**

**Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины (модуля)**

<b>№ п/ п</b>	<b>Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</b>
1.	Парадокс Гиббса. Неравенство Клаузиуса (термодинамическое доказательство и доказательство методом циклов).
2.	Зависимость поверхностного натяжения жидкости от температуры
3.	Максимальная работа для различных термодинамических систем. Устойчивость термодинамического равновесия. Термодинамические неравенства.
4.	Основы термодинамики необратимых процессов, соотношения Онсагера. Принцип ле-Шателье-Брауна
5.	Среднеквадратичные флуктуации термодинамических величин для многомерного распределения Гаусса. Флуктуации термодинамических величин. Флуктуации термодинамических величин в переменных $P$ и $S$ , а также в переменных $T$ и $V$
6.	Расчёт термодинамических свойств идеального газа методами статистической физики. Вычисление энтропии. Формула Сакуры-Тетроде
7.	Статистическое описание квантовых систем. Матрица плотности, уравнение для матрицы плотности
8.	Неидеальные газы. Статистическая сумма неидеального газа. Уравнение состояния разреженного неидеального газа. Вириальное разложение. Расчёт параметров уравнения Ван-дер-Ваальса методами статистической физики
9.	Статистика вырожденного электронного газа
10.	Метод корреляционных функций (цепочек) Боголюбова в статистической физике. Уравнения Боголюбова
11.	Квантовая теория идеального газа. Химический потенциал идеального газа (квантовый расчёт)

## **5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные критерии «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих критериев происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация**.

**5.1. Оценочные материалы для текущего контроля.** Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

**Текущий контроль** успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины и включает: ответы на теоретические вопросы на семинаре, решение практических задач и выполнение заданий на семинарском занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок, дискуссии.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

### **5.1.1. Вопросы для коллоквиума по темам дисциплины (контролируемые компетенции ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3):**

#### **Коллоквиум № 1**

1. Основные постулаты термодинамики равновесных процессов.
2. Понятие о равновесном и неравновесном процессах.
3. Внешние параметры и обобщённые силы.
4. Работа термодинамических систем. Количество теплоты.
5. Первое начало термодинамики и следствия из него.
6. Три формулировки второго начала термодинамики и их эквивалентность.
7. Принцип Каратеодори. Метод циклов Карно.
8. Связь термического и калорического уравнений.
9. Термодинамическое доказательство существования абсолютной температуры (доказательство методом циклов).
10. Термодинамическая температурная шкала и её связь с эмпирической температурой.
11. Принцип возрастания энтропии.
12. Существование энтропии как следствие принципа Каратеодори.
13. Математическое доказательство существования энтропии.
14. Основное уравнение термодинамики равновесных процессов.
15. Вычисление энтропии.

#### **Коллоквиум № 2**

1. Преобразование производных термодинамических величин с помощью якобианов.
2. Метод термодинамических потенциалов для простых систем. Соотношения между производными термодинамических величин.

3. Процесс Джоуля-Томсона.
4. Расширение газа в пустоту.
5. Зависимость термодинамических величин от числа частиц.
6. Химический потенциал.
7. Уравнение Гиббса-Дюгема.
8. Большой термодинамический потенциал.
9. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
10. Вычисление свободной энергии и энергии Гиббса.
11. Условия равновесия в двухфазной однокомпонентной системе.
12. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
13. Общие условия равновесия, устойчивость равновесия.
14. Термодинамика фазовых переходов.
15. Третье начало термодинамики и следствия из него.
16. Понятие о системах с отрицательными температурами.

### **Коллоквиум № 3**

1. Основные понятия, используемые в статистической физике.
2. Фазовое пространство. Ансамбль Гиббса.
3. Эргодическая гипотеза. Уравнение Лиувилля.
4. Теорема Лиувилля.
5. Метод ячеек Больцмана. Элементарная теория распределения Больцмана. Вывод распределения Больцмана методом ячеек.
6. Особенности квантовых статистик.
7. Роль принципа тождественности частиц и принципа Ферми. Вывод распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна методом ячеек.
9. Каноническое и микроканоническое распределения Гиббса.
10. Статистический вес и энтропия. Плотность состояний для простейших систем.
11. Распределения Максвелла и Больцмана для идеального газа.
12. Статистическая сумма и внутренняя энергия.
13. Связь распределения Гиббса с законами термодинамики.
14. Статистическая сумма и уравнения состояния.
15. Статистика системы фотонов. Спектр абсолютно чёрного тела.
16. Теплоёмкость твёрдых тел по классической теории и по теории Эйнштейна. Теория Дебая теплоёмкости твёрдых тел.
17. Большое каноническое распределение Гиббса.
18. Статистика диэлектриков. Формула Ланджевена.

### ***Критерии формирования оценок (оценивания) коллоквиума по темам дисциплины***

Данный опрос является одним из основных способов учёта знаний студентов по дисциплине «Теоретическая механика», который может быть осуществлен, как в письменной, так и в устной форме. Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения. При оценке ответа студента следует руководствоваться следующими критериями, учитывать:

- полноту и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

**В результате коллоквиума обучающихся оценивают по следующим критериям:**

«отличный (высокий) уровень компетенции» - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, решено 100% задач;

«хороший (нормальный) уровень компетенции» - ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

«удовлетворительный (минимальный, пороговый) уровень компетенции» – ставится за работу, если бакалавр правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач.

«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции» – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50 % задач.

Итоговый балл, в соответствии с установленными критериями, определяется преподавателем. Максимальное количество баллов за данный вид контроля может составлять от 0 – 10 баллов.

#### **5.1.2. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине (контролируемые компетенции ОПК-1):**

**Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС – <http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=1255>**

*Тест* – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента.

Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок, дискуссии.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

*Примеры компьютерных тестов*  
(Все тесты составлены автором)

1. Уравнение Гиббса-Дюгема

$$+1. SdT - VdP + \sum_i N_i d\mu_i = 0$$

$$2. SdT - PdV + \sum_i N_i d\mu_i = 0$$

$$3. SdT - VdP + \sum_i \mu_i dN_i = 0$$

$$4. TdS - VdP + \sum_i N_i d\mu_i = 0$$

$$5. TdS + PdV + \sum_i N_i d\mu_i = 0$$

## 2. Принцип Ле-Шателье

1. Внешнее воздействие, выводящее тело из равновесия, стимулирует в нём процессы, стремящиеся усилить результаты этого воздействия.

+2. Внешнее воздействие, выводящее тело из равновесия, стимулирует в нём процессы, стремящиеся ослабить результаты этого воздействия.

3. В адиабатически изолированных системах внешнее воздействие вызывает процессы, стремящиеся вернуть систему в прежнее состояние.

4. Внешнее воздействие, выводящее тело из равновесия, подавляет в нём процессы, стремящиеся ослабить результаты этого воздействия.

3. Второе начало термодинамики позволяет выразить зависимость внутренней энергии от объёма в изотермическом процессе через уравнение состояния в виде

$$1. \left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V + P$$

$$+2. \left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V - P$$

$$3. \left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = -T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V + P$$

$$4. \left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = T \left( \frac{\partial S}{\partial V} \right)_T - P$$

$$5. \left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = T \left( \frac{\partial S}{\partial V} \right)_T + P$$

4. Выразить зависимость внутренней энергии от давления в изотермических процессах через уравнение состояния

$$1. \left( \frac{\partial U}{\partial P} \right)_T = -P \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P - T \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$$

$$+2. \left( \frac{\partial U}{\partial P} \right)_T = -T \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P - P \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$$

$$3. \left( \frac{\partial U}{\partial P} \right)_T = T \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P + P \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$$

$$4. \left( \frac{\partial U}{\partial P} \right)_T = -T \left( \frac{\partial S}{\partial P} \right)_P - P \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$$

$$5. \left( \frac{\partial U}{\partial P} \right)_T = -T \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P - V \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$$

### **Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:**

(6 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 90 - 100 % предложенных тестовых заданий;

- (4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 70-89 % от общего объема заданных тестовых заданий;
- (3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 50 – 69% от общего объема заданных тестовых заданий;
- (2 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 30-49 % от общего объема заданных тестовых заданий.
- (1 балл) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 10-29 % от общего объема заданных тестовых заданий.

### **5.1.3. Оценочные материалы: Примеры задач по дисциплине термодинамике и статистической физике (контролируемые компетенции ОПК-3, ПК-1):**

(Все задачи составлены автором)

1. Получить уравнение политропы для простой системы в переменных  $T$  и  $V$ . Результат вырезать через теплоемкости  $c$ ,  $c_p$  и  $c_v$ .

$$\text{Ответ: } dT - \frac{c_p - c_v}{c - c_v} \left( \frac{\partial T}{\partial V} \right)_p dV = 0$$

2. Исходя из второго начала термодинамики для простой системы, показать, что между термическим и калорическим уравнениями имеется связь

$$T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V = \left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_T + P.$$

3. Показать, что для простой системы имеет место соотношение

$$c_p - c_v = T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P.$$

4. Преобразовать к переменным  $(T, P)$   $c_v = T \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_V$ ,

$$\text{Ответ: } c_v = T \left( \frac{\partial S}{\partial P} \right)_T \left( \frac{\partial V / \partial T}{\partial V / \partial P} \right)_P.$$

5. Вычислить статсумму для идеального газа  $Z$ , после чего вычислить внутреннюю  $U$  и свободную  $F$  энергии, а также энтропию  $S$ . Воспользоваться формулой  $\ln N! \approx N \ln N - N$ ,  $N \gg 1$ .

$$\text{Ответ: } Z = \frac{V^N}{N!} \left( \frac{m\theta}{2\pi\hbar^2} \right)^{\frac{3N}{2}}, \quad U = \frac{3}{2} NkT, \quad F = -N\theta \ln \left[ \frac{eV}{N} \left( \frac{m\theta}{2\pi\hbar^2} \right)^{3/2} \right],$$

$$S = Nk \ln \left[ \frac{eV}{N} \left( \frac{m\theta}{2\pi\hbar^2} \right)^{3/2} \right] + \frac{3}{2} Nk.$$

6. Установить связь статистического интеграла  $Z$  с

а) Термодинамическим потенциалом Гиббса  $\Phi$ .

$$\text{Ответ: } \Phi = \theta \left[ \left( \frac{\partial \ln Z}{\partial \ln V} \right)_T - \ln Z \right]$$

$$\text{б) Энтальпией } H. \text{ Ответ: } H = \theta \left[ \left( \frac{\partial \ln Z}{\partial \ln V} \right)_T + \left( \frac{\partial \ln Z}{\partial \ln T} \right)_V \right]$$

в) Энтропией  $S$ . Ответ:  $S = k \left[ \ln Z + T \frac{\partial \ln Z}{\partial T} \right]$ .

7. Для вырожденного электронного газа найти

а) импульс Ферми. Ответ:  $p_0 = (3\pi^2)^{1/3} \hbar \rho^{1/3}$ , где  $\rho = N/V$  – плотность

б) Полную энергию газа. Ответ:  $E = \frac{3\hbar^2}{10m} (3\pi^2)^{2/3} N \rho^{2/3}$ .

в) Уравнение состояния. Ответ:  $PV = \frac{2}{3} E$ .

**Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:**

(5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 90 - 100 % предложенных тестовых заданий;

(4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 70-89 % от общего объема заданных тестовых заданий;

(3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 50 –69% от общего объема заданных тестовых заданий;

(2 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 30-49 % от общего объема заданных тестовых заданий.

(1 балл) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 10-29 % от общего объема заданных тестовых заданий.

**5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля.** Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику**.

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре течении учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

**5.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации  
(контролируемые компетенции ОПК-1):**

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Теоретическая механика» в виде проведения экзамена.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

**Вопросы к экзамену**

В качестве допуска к экзамену проводится тестирование студентов (тесты по данному курсу приводятся отдельно).



1. Постулаты термодинамики и их следствия. Внешние и внутренние параметры. Равновесные и неравновесные процессы.
2. Уравнения состояния термодинамических систем (калорическое, термическое).
3. Внутренняя энергия, работа и теплота в термодинамике. Выражения для работы для термодинамических систем.
4. Термические коэффициенты и связь между ними.
5. Первое начало термодинамики. Дифференциальная форма первого начала в обобщённых переменных.
6. Теплоёмкости термодинамических систем. Выражения для теплоёмкостей как следствия первого начала термодинамики.
7. Основные термодинамические процессы (политропа, адиабата) и их уравнения. Частный случай идеального газа.
8. Тепловая машина. Цикл Карно. Обратимый и необратимый циклы. Цикл Карно для идеального газа.
9. Различные формулировки второго начала термодинамики и их эквивалентность.
10. Принцип Каратеодори. Существование энтропии как следствие принципа Каратеодори.
11. Математическое доказательство существования энтропии.
12. Теоремы Карно.
13. Основное уравнение термодинамики равновесных процессов. Вычисление энтропии.
14. Температурная термодинамическая шкала.
15. Связь эмпирической температуры с абсолютной температурой на примере идеального газа.
16. Доказательство существования абсолютной температуры методом циклов. Абсолютная температурная шкала.
17. Связь термического и калорического уравнений состояния.
18. Основное неравенство термодинамики равновесных процессов.
19. Вычисление энтропии.
20. Преобразование производных термодинамических величин.
21. Равновесие термодинамических систем. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
22. Термодинамика систем с переменным числом частиц. Химический потенциал.
23. Уравнение Гиббса-Дюгема.
24. Метод термодинамических потенциалов.
25. Энтальпия. Процесс Джоуля-Томсона.
26. Расширение газа в пустоту.
27. Зависимость термодинамических величин от давления и от объёма.
28. Третье начало термодинамики. Вычисление теплоёмкостей с учётом третьего начала.
29. Фазовое пространство. Ансамбль Гиббса. Эргодическая гипотеза.
31. Уравнение Лиувилля. Теоремы Лиувилля.
32. Микроканоническое и каноническое распределения как следствия принципа аддитивности.
33. Распределения Максвелла по скоростям и распределение Больцмана для идеального газа в поле тяготения.
34. Законы термодинамики как следствие статистических распределений. Выражение для энтропии через функцию распределения.
35. Энтропия в квантовой статистике. Статистический вес. Функция распределения по энергии.
36. Распределение Бозе-Эйнштейна для системы фотонов.
37. Формула Планка спектра абсолютно чёрного тела.
38. Метод ячеек Больцмана.
39. Вывод распределения Больцмана методом ячеек

40. Вывод распределения Ферми-Дирака методом ячеек.
41. Классическая теория теплоёмкости двухатомных молекул и твёрдых тел.
42. Вывод распределения Бозе-Эйнштейна методом ячеек
43. Теплоёмкость твёрдых тел по теории Дебая.
44. Вывод равновесных распределений на примере простой квантовой системы.
45. Статистика систем с переменным числом частиц. Большое каноническое распределение Гиббса.
46. Теорема вириала.
47. Большое каноническое распределение для систем с переменным числом частиц.

***Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:***

**«отличный (высокий) уровень компетенции»** (25-30 баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% задач;

**«хороший (нормальный) уровень компетенции»** (20-24 балла) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

**«удовлетворительный (минимальный пороговый) уровень компетенции»** (15-19 баллов) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач.

**«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции»** (менее 15 баллов) – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач

**5.4. Дополнительные темы и примерные темы докладов на практических занятиях (контролируемые компетенции ОПК-1):**

**Доклад** – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы

Вопросы, не вошедшие в экзаменационные билеты (они входили в билеты до указанного выше уменьшения часов на изучение данной дисциплины), но контролируемые на рейтинговых контрольных мероприятиях в рамках рубежного контроля:

***Темы докладов:***

1. Описание квантовых систем с помощью матрицы плотности.
2. Эволюция матрицы плотности во времени.
3. Статсумма для идеального газа.
4. Химпотенциал идеального газа (квантовый расчёт).
5. Статсумма неидеального газа в бинарном приближении.

6. Уравнение состояния вырожденного электронного газа.
7. Энтропия неравновесного идеального газа.
8. Вырожденный электронный газ. Критерий вырождения для электронного газа. Уравнение состояния вырожденного идеального газа.
9. Квантовый объем. Формула Сакуры-Тетроде.
10. Принцип Ле-Шателье Брауна.
11. Квантовые равновесные статистики и границы их применения.
12. Уравнение состояния неидеального газа в бинарном приближении.
13. Флуктуации термодинамических величин.
14. Вывод канонического распределения Гиббса из микроканонического распределения.
15. Устойчивость равновесия термодинамических систем.
16. Термодинамика фазовых переходов.
17. Метод цепочек Боголюбова в статистической физике. Уравнения Боголюбова.

---

#### **Требования к докладу:**

Общий объем доклада 10-15 листов (шрифт 14 Times New Roman, 1,5 интервал). Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20 мм. Абзацный отступ – 1,25; рисунки должны создаваться в циклических редакторах или как рисунок Microsoft Word (сгруппированный). Таблицы выполнять табличными ячейками Microsoft Word. Сканирование рисунков и таблиц не допускается. Выравнивание текста (по ширине страницы) необходимо выполнять только стандартными способами, а не с помощью пробелов. Размер текста в рисунках и таблицах – 12 кегль.

Обязательно наличие: содержания (структура работы с указанием разделов и их начальных номеров страниц), введения (актуальность темы, цель, задачи), основных разделов реферата, заключения (в кратком, резюмированном виде основные положения работы), списка литературы с указанием конкретных источников, включая ссылки на Интернет-ресурсы.

В тексте ссылка на источник делается путем указания (в квадратных скобках) порядкового номера цитируемой литературы и через запятую – цитируемых страниц. Уровень оригинальности текста – 50%.

#### **Критерии оценки доклада:**

«отлично» (3 балла) ставится, если обучающийся проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, организационные способности. Отмечается способность к публичной коммуникации. Документация представлена в срок. Полностью оформлена в соответствии с требованиями

«хорошо» (2 балла) – обучающийся достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи. Документация представлена достаточно полно и в срок, но с некоторыми недоработками

«удовлетворительно» (1 балл) – обучающийся выполнил большую часть возложенной на него работы. Допущены существенные отступления. Документация сдана со значительным опозданием (более недели). Отсутствуют отдельные фрагменты.

«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции» – обучающийся не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные несущественные поручения. Документация не сдана.

#### **6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода

изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины является экзамен.

В период подготовки к экзамену студенты вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к зачету включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к зачету обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На зачет или экзамен выносятся материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые могут включать в себя: тестовые задания; теоретические вопросы; задачи или ситуации. Формулировка теоретических заданий совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения студентов накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более десяти студентов на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводится до 60 минут.

Результат устного или письменного экзамена выражается оценками:

#### ***Критерии оценки качества освоения дисциплины***

***Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов*** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

***Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов*** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

***Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов*** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

***Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов*** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы,

выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

**Не допуск – от 0 до 35 баллов** – во время прохождения учебных занятий обучающийся не набрал пороговое количество баллов и не допускается к прохождению промежуточной аттестации.

**Таблица 5. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке**

<b>Результаты обучения (компетенции)</b>	<b>Основные показатели оценки результатов обучения</b>	<b>Вид оценочного материала, обеспечивающие формирование компетенций</b>
<b>ОПК-1.1</b> Способен применять базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук	<b>Знать:</b> – Основные законы и типовые инструментальные средства, основанные на знании математических методов, законов термодинамики и статистической физики, для формирования способности использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов этой дисциплины для решения профессиональных задач. Знать связь ТСФ с законами теории вероятности и квантовой теории. Знать взаимосвязь феноменологического термодинамического подхода и микроскопических законов движения отдельных частиц системы.	Типовые оценочные материалы для устного опроса; типовые тестовые задания; типовые оценочные материалы к экзамену;
	<b>Уметь:</b> – Использовать базовые математические знания, анализировать и использовать различные источники информации для проведения анализа, основанного на понимании современных проблем термодинамики и статистической физики для умения использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов этой дисциплины профессиональных задач	Оценочные материалы для самостоятельной работы типовые тестовые задания
	<b>Владеть:</b> – Базовыми методами современной математики, а также качественными и количественными методами термодинамики и статистической физики и быть	Типовые оценочные материалы для устного опроса; типовые тестовые задания; типовые оценочные материалы

	способным использовать базовые теоретические знания и фундаментальные разделы этого предмета решения профессиональных задач во взаимосвязи с другими науками и разделами физики.	к экзамену
<i>ОПК-1.2 Способен использовать при решении профессиональных задач знания, полученные в области математических и (или) естественных наук</i>	<b>Знать</b> Суть задач, решаемых методами термодинамики и статистической физики для развития способности использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин. Использовать при решении профессиональных задач знания, полученные в области математических и (или) естественных наук	Типовые оценочные материалы для устного опроса; типовые тестовые задания; типовые оценочные материалы к экзамену
	<b>Уметь</b> Использовать понимание законов термодинамики и статистической физики и её методов для развития способности использовать специализированные знания в области математики и физики для освоения профильных физических дисциплин во взаимосвязи с законами теории вероятностей, классической механики, квантовой теории.	Оценочные материалы для самостоятельной работы типовые тестовые задания
	<b>Владеть</b> Математическими методами термодинамики и статистической физики для развития способности использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	
<i>ОПК-1.3 Способен выбирать физические модели и методы решения задач профессиональной деятельности</i>	<b>Знать</b> Суть методов и моделей, выбираемых для решения задач термодинамики и статфизики. Понимать физику процессов, решаемых методами термодинамики и статистической физики для развития способности использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.	Типовые оценочные материалы для устного опроса; типовые тестовые задания; типовые оценочные материалы к экзамену

	<p><b>Уметь</b> Использовать понимание законов термодинамики и статистической физики и её методов для выбора адекватной модели физического процесса, а также для развития способности использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин во взаимосвязи с законами теории вероятностей, классической механики, квантовой теории.</p>	Оценочные материалы для самостоятельной работы типовые тестовые задания
	<p><b>Владеть</b> Методами термодинамики и статистической физики для развития способности использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин, выбора адекватной модели физического процесса для нахождения правильных методов решения задач профессиональной деятельности</p>	

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит критично, оценить:

Способность применять базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук (ОПК-1.1)

Способность использовать при решении профессиональных задач знания, полученные в области математических (ОПК-1.2) и (или) естественных наук

Способность выбирать физические модели и методы решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1.3)

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Приказ Минобрнауки России от 7 августа 2020 г. № 891, который зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г., регистрационный № 59412.

### 7.2. Основная литература

1. Зоммерфельд Арнольд Термодинамика и статистическая физика [Электронный ресурс]/ Зоммерфельд Арнольд— Электрон. текстовые данные.— Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2002.— 480 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17666.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Комаров А.А. Термодинамика и статистическая физика. Руководство к решению задач. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Комаров А.А.— Электрон. текстовые данные.— Алматы: Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2013.— 110 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59892.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Михнев Л.В. Термодинамика и статистическая физика [Электронный ресурс]: практикум/ Михнев Л.В., Бондаренко Е.А.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-

### 7.3. Дополнительная литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: В 10 т. Т. V. Статистическая физика. Ч. 1. Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2010 г.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: В 10 т. Т. IX. Статистическая физика. Ч. 2. Теория конденсированного состояния. ФИЗМАТЛИТ, 2010 г.
3. Кондратьев А.С., Райгородский П.А. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 256 с.
4. Краснопевцев Е.А. Спецглавы физики. Статистическая физика равновесных систем. Издательство НГТУ. Год 2014
5. В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. Техническая термодинамика. Издательство Издательский дом МЭИ, 2017.
6. Сарина М.П. Механика, молекулярная физика и термодинамика. Молекулярная физика и термодинамика. Издательство НГТУ, 2016.
7. Обвинцева Н.Ю. Физика : молекулярная физика и термодинамика. Издательство МИСиС, 2016 г.
8. В.В. Ягов Теплообмен в однофазных средах и при фазовых превращениях. Издательский дом МЭИ. 2014.
9. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Т. 5. Статистическая физика. М., Наука, 1989.
10. А.С. Компанеев. Курс теоретической физики. Т.2. М., Просвещение, 1975
11. И.П.Базаров, Э.В.Геворкян, П.Н.Николаев. Задачи по термодинамике и статистической физике. М., ВШ, 1997.
12. Ф.Г.Серова, А.А. Янкина. Сборник задач по теоретической физике. М. "Просвещение", 1979.
13. В.Г.Левич, Курс теоретической физики, Том I, М.1970.
14. В.Г.Левич, Введение в статистическую физику, М.1954.
15. И.П.Базаров, Термодинамика, М. "Высшая школа", 1983.
16. М.А.Леонтович, Введение в термодинамику. Статистическая физика. М., "Наука", 1979.
17. Б.Лавенда. Статистическая физика. Вероятностный подход. М., "Мир", 1999.
18. Задачи по термодинамике и статистической физике, под ред. П.Ландсберга, М., "Мир", 1974.
19. Р. Кубо, Статистическая механика, М., "Мир", 1967.
20. И.А.Квасников. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем. М., МГУ, 1991.
21. А.С.Василевский, В.В. Мултановский, Статистическая физика и термодинамика, М., "Просвещение", 1985.
22. В.Ф.Ноздрев, А.А.Сенкевич, Курс статистической физики, М., "Высшая школа", 1965.
23. Ю.Л.Климонтович, Статистическая физика, М., "Наука", 1982.
24. Ф. Рейф. Статистическая физика. Берклевский курс, Т.5, М., "Наука", 1986.
25. Р. Кубо, Термодинамика, М., "Мир", 1970.
26. Боголюбов Н. Н. Избранные труды по статистической физике. М.: Изд-во МГУ, 1979.
27. Зубарев Д. Н., Морозов В. Г., Репке Г. Статистическая механика неравновесных процессов. Том 1. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 432с.
28. Березин Ф. А. Лекции по статистической физике. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002. - 192с. (2-е изд, испр. Изд-во: МЦНМО, 2008. - 200 с. ISBN 978-5-94057-352-4)
29. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики. "Лань", 2007
30. Белонучкин В.Е., Заикин Д.А., Ципенюк Ю.М. Основы физики. Курс общ. физики Том 31. Квантовая и статистическая физика. "Физматлит", 2007
32. Леонтович М.А. Введение в термодинамику. Статистическая физика. "Лань", 2008



33. Кондратьев А.С., Райгородский П.А. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории. "Физматлит", 2007
34. Новиков И.И. Термодинамика. "Лань", 2009
35. Прудников В.В., Вакилов А.Н., Прудников П.В. Фазовые переходы и методы их компьютерного моделирования: учебное пособие. ФИЗМАТЛИТ, 2009
36. Борисёнок С.В., Кондратьев А.С. Квантовая статистическая механика. "Физматлит", 2011
37. Кашурников В.А., Красавин А.В. Численные методы квантовой статистики. "Физматлит", 2010

#### *Основные публикации автора по теме данного курса*

В реферируемых журналах:

1) Z.A. Akhmatov, A.Kh.Khokonov and M.Kh.Khokonov. Virial based equations of state with account of three-body interaction for noble gases and their mixtures // Journal of Physics: Conference Series 774 (2016) 012038 (7 pages);

2) З. А. Ахматов, А. Х. Хоконов, М. Х. Хоконов. Уравнение состояния инертных газов и их смесей с учетом трехчастичных взаимодействий в рамках метода молекулярной динамики // Известия РАН. Серия физическая, 2016, том 80, № 11, с. 1533-1535;

3) Khokonov M.Kh. On the theory of electromagnetic cascades in thin targets and photon multiplicity measurements // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 344 (2015) 1-4;

4) Таова Т.М., Хоконов М.Х. Уравнение равновесия фаз малых размеров и некоторые его приложения. Известия РАН. Серия физическая, 2008, Т.72, № 10, С. 1451-1455; См.также:

[www.ptosnm.ru/files/Moduls/.../T\\_catalog\\_items\\_F\\_download\\_I\\_499\\_v1.pdf](http://www.ptosnm.ru/files/Moduls/.../T_catalog_items_F_download_I_499_v1.pdf)

5) М.Х.Хоконов. Каскадные процессы потерь энергии на излучение жёстких фотонов. // ЖЭТФ, Т.126, N4, С.799-818, 2004;

6) М.Х.Хоконов. Угловые распределения релятивистских заряженных частиц в ориентированных кристаллах. ЖЭТФ, В.5, С.1723-41, Т.103, 1993.

Кроме того, автор не протяжении многих лет читал лекции студентам КБГУ, МИФИ, МГУ и ЮФУ на ежегодной Баксанской молодёжной школе экспериментальной и теоретической физики в рамках программы академической мобильности (см. Хоконов М.Х. О термодинамическом равновесии фаз малых размеров. Труды 8-ой Баксанской молодёжной школы экспериментальной и теоретической физики. Москва, изд. МИФИ, 2008 г., с. 143 – 157).

*Курс включает в себя использование следующих презентаций.*

1. Термодинамические размерные эффекты. Хоконов М.Х.
2. Общие условия равновесия фаз и межфазных границ в микрогетерогенных многокомпонентных системах.
3. Структура нейтронной звезды в приближении вырожденного фермионного газа. Хоконов А.Х., Жашуева З.Э. КБГУ
4. Использование концепции фрактала в физике фазовых переходов. Карпенко С.В., НИИ ПМА КБНЦ РАН
5. А.К.Щекин, Метод функционала плотности в статистической физике неоднородных систем. Санкт-Петербургский государственный университет, физический факультет, кафедра статистической физики (в КБГУ прочитана серия лекций).

#### *7.4. Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)*

Отдельные статьи по данной дисциплине опубликованы в различных физических журналах.

## 7.5. Интернет-ресурсы

1. [https://kpfu.ru/portal/docs/F2096324044/Thermodynamics\\_and\\_statistical\\_physics.pdf](https://kpfu.ru/portal/docs/F2096324044/Thermodynamics_and_statistical_physics.pdf)
2. <http://window.edu.ru/resource/152/22152/files/pspu073.pdf>
3. [http://ftfsite.ru/wp-content/files/Metodichka\\_po\\_Termodinamiki\\_teoria.pdf](http://ftfsite.ru/wp-content/files/Metodichka_po_Termodinamiki_teoria.pdf)
4. Статистическая физика <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/105/997.htm>
5. <http://mkhokonov.zbaza.ru/forstudents.html> - персональная страница Хоконова М.Х., раздел «Аспирантам и студентам»
6. <http://elibrary.ru>
7. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
8. <http://www.mathnet.ru>
9. <http://www.iprbookshop.ru>
10. [www.ufn.ru](http://www.ufn.ru)
11. <http://lib.kbsu.ru>
12. <http://www.scopus.com>
13. <http://www.isiknowledge.com/>

*общие информационные, справочные и поисковые:*

1. Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.garant.ru>.
2. Справочная правовая система «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>

## Электронные ресурсы

### Перечень актуальных электронных информационных баз данных, к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2023-2024 уч.г.)

№ п/п	Наименование электронно-го ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ» Лицензионное соглашение №14830 от 01.08.2014г. Бессрочное	Полный доступ
2.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a> <a href="http://www.medcollegelibrary.ru">http://www.medcollegelibrary.ru</a>	ООО «Консультант студента» (г. Москва) Договор №750КС/07-2022 От 26.09.2022 г. Активен до 30.09.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
3.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №849КС/03-2023 от 11.04.2023 г. Активен до 19.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

	студента)»				
4.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) <b>Договор №41/ЕП/223</b> от 14.02.2023 г. Активен до 15.02.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	Национальная электрон-ная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	<a href="https://rusnlib.ru/">https://rusnlib.ru/</a>	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/1666-п от 10.09.2020г. Бессрочный	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
6.	ЭБС «IPSMART»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) <b>Договор №75/ЕП-223</b> от 23.03.2023 г. Активен до 02.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
7.	ЭБС «IPSMART» (ЭОР РКИ)	Тематическая коллекция «Русский язык как иностранный» Издательские коллекции: «Златоуст»; «Русский язык. Курсы»; «Русский язык» (Курсы УМК «Русский язык сегодня» - 6 книг)	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a> <a href="http://www.ros-edu.ru/">http://www.ros-edu.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) <b>Договор №142/ЕП-223</b> от 18.05.2023 г. срок предоставления лицензии: с 01.06.2023 по 01.06.2024	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №305/ЕП-223</b> От 27.10.2022 г. Активен до 31.10.2023	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	ЭБС «Юрайт» для ВО	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №44/ЕП-223</b> От 16.02.2023 г. Активен с 01.03.2023 г. по 29.02.2024 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
11.	Президент-ская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	<a href="http://www.prilib.ru">http://www.prilib.ru</a>	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) <b>Соглашение от 15.11.2016г.</b> Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115, 214)

**7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы**

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения семинаров, написания учебных и творческих работ. При изучении дисциплины обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят доклады и сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельные творческие работы, участвуют в выполнении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, семинарах, при самостоятельной и индивидуальной работе обучающихся. Обучающийся для полного освоения материала должен не пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы и основные вопросы теории и практики страхования. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к практическим занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по определенным темам. Обучающиеся должны регулярно готовиться к практическим занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе

В ходе изучения дисциплины обучающийся имеет возможность подготовить доклад по выбранной из предложенного в п.4.3 списка тем. Выступление с докладом по реферату в группе проводится в форме презентации с использованием мультимедийной техники.

#### *Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции*

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

#### *Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям*

Практические занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Практические занятия способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы обучающихся. Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к семинарскому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На практических занятиях обучающиеся учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности.

#### *Методические рекомендации по организации самостоятельной работы*

Самостоятельная работа обучающихся - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;

широкое внедрение компьютеризированного тестирования;

совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;

модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль студента в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

развивающую;

информационно-обучающую;

ориентирующую и стимулирующую;

воспитывающую;

исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
2. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
3. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;
4. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную творческую работу, помогающее студентам и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

#### *Методические рекомендации по работе с литературой*

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью изучающего чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.
2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:  
медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;  
выделить ключевые слова в тексте;  
постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **8.1. Требования к материально-техническому обеспечению**

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

#### **лицензионное программное обеспечение:**

- Продукты Microsoft (Desktop EducationALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;

#### **свободно распространяемые программы:**

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: ЭБС «АйПиЭрбукс», ЭБС «Консультант студента», СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

## *8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья*

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования (ауд. 145 ГК). В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
  2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)
    - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невизуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
    - задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
    - письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;
  3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):
    - на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
    - зачет/экзамен проводится в письменной форме;
  4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).
    - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
    - по желанию студента экзамен проводится в устной форме.
- Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.



**Приложение 1****ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)**

в рабочую программу по дисциплине «Термодинамика. Статистическая физика» по  
направлению подготовки 03.03.02 – Физика; на \_\_\_\_\_ учебный год

<b>№</b>	<b>Элемент (пункт) РП</b>	<b>Перечень вносимых изменений (дополнений)</b>	<b>Примечание</b>

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры теоретической и  
экспериментальной физики протокол № \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

## Приложение 2.

*Распределение контрольных мероприятий по рейтинговой системе оценки успеваемости обучения*

№	Контрольные мероприятия	Максимальный балл	Распределение по контрольным точкам
1.	Посещение занятий	10	1 точка – 3 2 точка – 3 3 точка – 4
2.	Коллоквиум	18	1 точка – 6 2 точка – 6 3 точка – 6
3.	Тестирование	18	1 точка – 6 2 точка – 6 3 точка – 6
4.	Контрольная работа (иные формы)	24	1 точка – 8 2 точка – 8 3 точка – 8
5.	<b>ИТОГО</b>	<b>70</b>	<b>1 точка – 23</b> <b>2 точка – 23</b> <b>3 точка – 24</b>

### Приложение 3.

#### Текущий и рубежный контроль

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	56-70 баллов
7	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «отлично».

#### Промежуточная аттестация

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
7	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.  Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос. При решении задач обучающийся допускает грубые ошибки, дает неверную оценку	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. При решении задач показывает глубокие знания материала, свободно

	ситуации и решено менее 50 % задач.	на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач.	на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос. При решении задач обучающийся показывает твердые знания материала, грамотно его излагает, но допускает незначительные неточности в процессе решения задач, решено 70% задач	использует необходимые формулы при решении задач, решено 100% задач
--	-------------------------------------	---	--	---