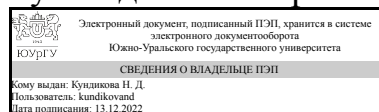


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



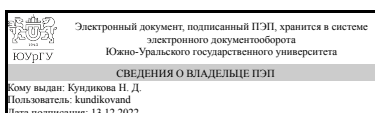
Н. Д. Кундикова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.24 Статистическая физика  
для направления 03.03.01 Прикладные математика и физика  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Оптоинформатика

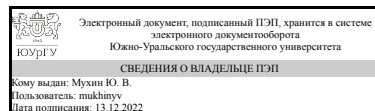
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 890

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., проф.



Н. Д. Кундикова

Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доцент



Ю. В. Мухин

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Курс "Статистическая физика" -завершающий этап общего курса теоретической физики, преподаваемого на физическом факультете. В ходе изучения данного предмета студенты должны усвоить фундаментальные принципы статистической механики (классической и квантовой) и научиться применять их для описания и компьютерного моделирования различных систем многих частиц (конденсированные среды, наночастицы, экономические, экологические и социальные системы). Совокупность полученных в курсе «Статистическая физика» знаний и умений позволяет бакалавру решать различные профессиональные задачи в различных видах деятельности. Цель изучения дисциплины "Статистическая физика" состоит в профессиональном освоении одной из фундаментальных концепций естествознания – статистического описания динамических систем, состоящих из большого числа частиц, а также обучении студентов основным принципам теоретического описания свойств таких систем. Задачами обучения дисциплине являются овладение: принципами (постулатами) СФ и методикой их применения при постановке задач; основными методами статистической физики для решения задач макроскопической физики и определения термодинамических величин различных систем (классических и квантовых); навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с изучением физических свойств макроскопических объектов.

## **Краткое содержание дисциплины**

В результате изучения студент приобретает как фундаментальные знания об основах описания равновесных систем на основе общих методов термодинамики и, статистической механики, так и навыки решения и исследования конкретных физических задач. В результате изучения дисциплины студент должен знать: понятия статистических ансамблей и распределение Гиббса как метод их описания; принципы описания статистических систем невзаимодействующих частиц (идеальных газов), в том числе квантовых; основные методы описания систем слабозаимодействующих частиц и свойств конденсированных сред; основы теории фазовых переходов 1 и 2 рода; В результате изучения дисциплины студент должен уметь: вычислять статистические суммы для идеального бозе-газа, находить с их помощью свободную энергию и любые другие термодинамические величины, характеризующие газ; вычислять и строить зависимости основных термодинамических величин для идеальных квантовых газов от температуры и плотности; использовать теорию Ландау и флуктуационную теорию фазовых переходов второго рода для описания критических явлений около точки фазового перехода; применять преобразование Боголюбова для качественного описания изменения спектра возбуждений слабонеидеального бозе-газа и возникновения сверхтекучести. В результате изучения дисциплины студент должен владеть: - основными методами статистической физики для решения задач макроскопической физики и определения термодинамических величин различных систем; -навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с изучением физических свойств макроскопических объектов.

## **2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)  | Планируемые результаты обучения по дисциплине   |
|--|---|
| <p>ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности</p> | <p>Знает: основные математические модели и уравнения классической и квантовой статистической термодинамики; методы решения основных типов уравнений статистической физики; основы применения методов теории вероятностей и случайных процессов в задачах статистической физики.</p> <p>Умеет: применять теорию и методы математики (теория вероятностей и случайных процессов, уравнения математической физики) для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов, изучаемых статистической физикой.</p> <p>Имеет практический опыт: применения основных методов статистической термодинамики, позволяющими проводить расчеты физических свойств конденсированных и разреженных сред; математическими методами построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в рамках статистической физики и методов решения уравнений, которые данные модели описывают.</p> |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана  | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|--|---|
| <p>1.О.18 Уравнения математической физики,<br/> 1.О.17 Основы теории вероятности и стохастических процессов,<br/> 1.О.22 Теория поля,<br/> 1.О.06 Общая физика. Механика,<br/> 1.О.14 Линейная алгебра и аналитическая геометрия,<br/> 1.О.07 Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика,<br/> 1.О.10 Общая физика. Микрофизика,<br/> 1.О.21 Теоретическая механика,<br/> 1.О.13 Дифференциальные уравнения,<br/> 1.О.16 Вычислительная математика,<br/> 1.О.12 Математический анализ,<br/> 1.О.08 Общая физика. Электричество и магнетизм,<br/> 1.О.15 Теория функций комплексного переменного,<br/> 1.О.09 Общая физика. Оптика,<br/> 1.О.23 Квантовая механика</p> | <p>Не предусмотрены</p>                     |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина  | Требования  |
|---|---|
| 1.О.21 Теоретическая механика                     | Знает: основные положения классической механики Ньютона, связь законов сохранения механики с симметрией пространства и времени, основные понятия механики Гамильтона. Умеет: использовать методы механики Ньютона и Гамильтона для анализа и расчетов динамики процессов в механических системах, использовать оптико-механическую аналогию для анализа квантовомеханических систем Имеет практический опыт: построения качественных и количественных механических моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности   |
| 1.О.14 Линейная алгебра и аналитическая геометрия | Знает: основные понятия линейной алгебры: матрицы, системы линейных уравнений, линейные пространства, линейные операторы, и основные свойства этих понятий. Умеет: решать системы линейных уравнений, выполнять действия над матрицами и квадратичными формами. Имеет практический опыт: построения линейных моделей объектов и процессов в виде матричных соотношений, систем линейных уравнений, линейных пространств и линейных операторов   |
| 1.О.06 Общая физика. Механика                     | Знает: фундаментальные понятия, законы и теории механики; основные физические эксперименты, повлиявшие на развитие механики., теоретические основы физических методов исследования; экспериментальные методы и средства для анализа и решения задач механики. Умеет: формулировать физические законы, анализировать их важность, актуальность, сферы применения; использовать физические законы и теории на практике, решать задачи по данному разделу общей физики., производить численные оценки по порядку величины; использовать возможности методов физических исследований для решения физических задач механики; делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента; анализировать, систематизировать и оценивать результаты оптических экспериментов; обобщать имеющиеся материалы. Имеет практический опыт: самостоятельно приобретать новые знания по механике; сопоставления результатов лабораторных экспериментов по механике с их теоретическими данными., владеет навыками грамотной обработки результатов лабораторных экспериментов и сопоставления их с теоретическими данными; обобщения и критической оценки результатов экспериментальных исследований. |
| 1.О.18 Уравнения математической физики            | Знает: уравнения математической физики, как подкласс уравнений с частными производными,   |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>являющихся моделью в каком либо смысле в различных областях теоретической и прикладной науки Умеет: решать начально-краевые задачи математической физики основными методами математической физики Имеет практический опыт: классификации уравнений математической физики</p>  |
| <p>1.О.10 Общая физика. Микрофизика</p>               | <p>Знает: фундаментальные понятия, законы и теории макрофизики; основные физические эксперименты, повлиявшие на развитие макрофизики., теоретические основы физических методов исследования; экспериментальные методы и средства для анализа и решения задач микрофизики. Умеет: формулировать физические законы, анализировать их важность, актуальность, сферы применения; использовать физические законы и теории на практике, решать задачи по данному разделу общей физики., производить численные оценки по порядку величины; использовать возможности методов физических исследований для решения физических задач микрофизики; делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента; анализировать, систематизировать и оценивать результаты оптических экспериментов; обобщать имеющиеся материалы. Имеет практический опыт: самостоятельно приобретать новые знания по макрофизике; сопоставления результатов лабораторных экспериментов по макрофизике с их теоретическими данными., владеет навыками грамотной обработки результатов лабораторных экспериментов и сопоставления их с теоретическими данными; обобщения и критической оценки результатов экспериментальных исследований.</p> |
| <p>1.О.15 Теория функций комплексного переменного</p> | <p>Знает: основные теоремы курса: Теорема о необходимом и достаточном условии дифференцируемости функции комплексного переменного в точке, Теорема о вычислении интеграла от функции комплексного переменного, Теорема Коши Умеет: решать следующие стандартные задачи: операции над комплексными числами, построение линий и областей на комплексной плоскости, определение и свойства основных элементарных (однозначных и многозначных) функций в комплексной области, проверка регулярности функций Имеет практический опыт: использования основных понятий курса: комплексные числа действия над комплексными числами, области и линии в комплексной плоскости, основные элементарные функции</p>   |
| <p>1.О.22 Теория поля</p>                             | <p>Знает: фундаментальные законы физики, четырехмерный формализм электромагнитной теории. Умеет: выделять конкретное физическое</p>  |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
|                                   | <p>содержание в прикладных задачах, решать типовые задачи по основным разделам курса<br/>Имеет практический опыт: решения дифференциальных уравнений, описывающих электромагнитные процессы.</p>   |
| 1.О.23 Квантовая механика         | <p>Знает: основные понятия квантовой механики: квантовая система, ее состояние, наблюдаемая; основные положения квантовой механики: аксиому состояний, аксиому наблюдаемых, аксиому о статистической интерпретации, принцип соответствия, принцип тождественности элементарных частиц<br/>Умеет: идентифицировать задачу как квантовомеханическую, выделять в изучаемой системе или процессе те части, которые требуют квантовомеханического рассмотрения<br/>Имеет практический опыт: методов интерпретации результатов квантовомеханических расчетов и экспериментов, оценки правильности найденного решения, его точности и адекватности рассматриваемому физическому явлению</p>   |
| 1.О.13 Дифференциальные уравнения | <p>Знает: основные понятия общей теории дифференциальных уравнений (поле направлений, интегральные кривые, изоклины, начальные условия, задача Коши и др.); теоремы, гарантирующих существование и/или единственность решения задачи Коши для дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений (теоремы Пикара и Пеано); основные типы дифференциальных уравнений высших порядков, допускающие понижение порядка и методы их решения. Умеет: решать дифференциальные уравнения первого порядка, интегрируемые в квадратурах; решать основные типы уравнений первого порядка, неразрешенные относительно производной; решать уравнения старших порядков понижением порядка. Имеет практический опыт: владеть навыками поиска областей единственности для дифференциальных уравнений, а также поиска особых решений.</p> |
| 1.О.09 Общая физика. Оптика       | <p>Знает: теоретические основы, основные понятия, законы и модели оптики; численные порядки величин, характерные для оптики ., теоретические основы физических методов исследования; экспериментальные методы и средства для анализа и решения задач оптики. Умеет: понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями оптики., производить численные оценки по порядку величины; использовать возможности методов физических исследований для решения физических задач оптики; делать правильные</p>   |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента; анализировать, систематизировать и оценивать результаты оптических экспериментов; обобщать имеющиеся материалы. Имеет практический опыт: самостоятельной работы в физической лаборатории; культурой постановки и моделирования физических задач оптики., самостоятельной работы с аппаратурой в оптической лаборатории; владеет навыками грамотной обработки результатов лабораторных экспериментов и сопоставления их с теоретическими данными; обобщения и критической оценки результатов экспериментальных исследований.</p>  |
| <p>1.О.08 Общая физика. Электричество и магнетизм</p>           | <p>Знает: фундаментальные понятия, законы и теории электромагнетизма; основные физические эксперименты, повлиявшие на развитие общей физики., теоретические основы, основные понятия, законы и модели основных разделов общей физики; численные порядки величин, характерные для различных разделов общей физики. Умеет: формулировать физические законы, анализировать их важность, актуальность, сферы применения; использовать физические законы и теории на практике, решать задачи по данному разделу общей физики., производить численные оценки по порядку величины; использовать возможности методов физических исследований для решения физических задач; понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями общей физики. Имеет практический опыт: самостоятельно приобретать новые знания по общей физике; сопоставления результатов лабораторных экспериментов с их теоретическими данными., самостоятельной работы с аппаратурой в физической лаборатории; навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления их с теоретическими данными.</p> |
| <p>1.О.07 Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика</p> | <p>Знает: теоретические основы физических методов исследования; экспериментальные методы и средства для анализа и решения задач термодинамики и молекулярной физики., фундаментальные понятия, законы и теории по Термодинамике и молекулярной физике. Умеет: производить численные оценки по порядку величины; использовать возможности методов физических исследований для решения физических задач термодинамики и молекулярной физики; делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента; анализировать, систематизировать</p>   |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>и оценивать результаты оптических экспериментов; обобщать имеющиеся материалы., формулировать физические законы, анализировать их важность, актуальность, сферы применения; использовать физические законы и теории на практике, решать задачи по данному разделу общей физики. Имеет практический опыт: владеет навыками грамотной обработки результатов лабораторных экспериментов и сопоставления их с теоретическими данными; обобщения и критической оценки результатов экспериментальных исследований., самостоятельно приобретать новые знания по термодинамике и молекулярной физике; сопоставления результатов лабораторных экспериментов по макрофизике с их теоретическими данными.</p>  |
| 1.О.12 Математический анализ                                | <p>Знает: основные свойства пределов последовательности и функций действительного переменного, производной, дифференциала, неопределенного интеграла; свойства функций, непрерывных на отрезке; основные "замечательные пределы", табличные формулы для производных и неопределенных интегралов, формулы дифференцирования, основные разложения элементарных функций по формуле Тейлора; Умеет: записывать высказывания при помощи логических символов; вычислять пределы последовательностей и функций действительного переменного; вычислять производные элементарных функций, раскладывать элементарные функции по формуле Тейлора; применять формулу Тейлора к нахождению главной степенной части при вычислении пределов функций; Имеет практический опыт: навыков владения предметного языка классического математического анализа, применяемого при построении теории пределов; навыков владения аппаратом теории пределов, дифференциального и интегрального исчисления для решения различных задач, возникающих в физике, технике, экономике и других прикладных дисциплинах, аппаратом дифференциального исчисления функций многих переменных, а также аппаратом интегрального исчисления для решения различных задач, возникающих в физике, технике, экономике и других прикладных дисциплинах;</p> |
| 1.О.17 Основы теории вероятности и стохастических процессов | <p>Знает: определения и свойства основных объектов изучения теории вероятностей, а также формулировки наиболее важных утверждений, методы их доказательств, возможные сферы приложений Умеет: решать задачи вычислительного и теоретического характера в области теории вероятностей, устанавливать</p>  |



|                                  |   |
|----------------------------------|---|
|                                  | <p>взаимосвязи между вводимыми понятиями<br/>Имеет практический опыт: описания и анализа вероятностных моделей; установления взаимосвязей между различными теоретическими понятиями и результатами случайных экспериментов; использования методов точечных и интервальных оценок параметров распределения</p>   |
| 1.О.16 Вычислительная математика | <p>Знает: основные понятия и методы вычислительной математики; основные понятия и методы решения стандартных задач, использующих аппарат вычислительной математики; приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений; решение систем линейных алгебраических уравнений; интерполирование функций; приближенное решение систем нелинейных уравнений., задачи и методы информатики;<br/>Умеет: решать типовые задачи изучаемой дисциплины., применять методы вычислительной математики при решении прикладных задач; Имеет практический опыт: подготовки задач к решению на ЭВМ, разработки приложений с использованием выбранной операционной системы и среды разработки.</p> |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 90,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|--|-------------|------------------------------------|--|
|  |             | Номер семестра                     |  |
|  |             | 6                                  |  |
| Общая трудоёмкость дисциплины  | 144         | 144                                |  |
| <i>Аудиторные занятия:</i>   | 80          | 80                                 |  |
| Лекции (Л)   | 32          | 32                                 |  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 48          | 48                                 |  |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0           | 0                                  |  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 53,5        | 53,5                               |  |
| Изучение материалов лекций   | 16          | 16                                 |  |
| Подготовка к практическим занятиям и контрольным работам                   | 18          | 18                                 |  |
| Подготовка к экзамену  | 19,5        | 19,5                               |  |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 10,5        | 10,5                               |  |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | экзамен                            |  |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|--|---|---|----|----|
|           |  | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Введение в термодинамику и статистическую физику. Принципы статистической физики | 8   | 4 | 4  | 0  |
| 2         | Принципы статистической физики. Статистические ансамбли.                         | 12  | 4 | 8  | 0  |
| 3         | Идеальный газ Больцмана  | 10  | 4 | 6  | 0  |
| 4         | Квантовая статистика идеальных систем  | 20  | 8 | 12 | 0  |
| 5         | Неидеальный классический газ   | 6   | 2 | 4  | 0  |
| 6         | Флуктуации термодинамических величин   | 8   | 2 | 6  | 0  |
| 7         | Растворы. Равновесие в многокомпонентных системах.                               | 10  | 4 | 6  | 0  |
| 8         | Фазовые переходы I и II рода   | 2   | 2 | 0  | 0  |
| 9         | Поверхностные явления  | 4   | 2 | 2  | 0  |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия  | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1        | 1         | Основные понятия и законы термодинамики. Термодинамика и статистическая физика.  | 2            |
| 2        | 1         | Основное термодинамическое тождество. Термодинамические потенциалы. Соотношения Максвелла.   | 2            |
| 3        | 2         | Фазовое пространство. Теорема Лиувилля. Микроканонический ансамбль и его функция распределения.  | 2            |
| 4        | 2         | Канонический ансамбль. Статистическая сумма и статистический интеграл. Большой канонический ансамбль. Большой статистический интеграл. Связь термодинамических характеристик большого канонического ансамбля с большим статинтегралом системы. | 2            |
| 5        | 3         | Расчет статистического интеграла для идеального одноатомного газа Больцмана. Понятие температуры вырождения. Формула Сакура-Тетроде.   | 2            |
| 6        | 3         | Внутренние степени свободы молекул. Понятие о размораживании внутренних степеней свободы. Статистическая сумма для вращательных степеней свлбоды молекул. Вычисление статистической суммы для колебательных степеней свободы молекул.          | 2            |
| 7        | 4         | Факторизация большой статистической суммы для идеальных квантовых газов. Статистики Ферми и Бозе. Основные соотношения для термодинамических характеристик идеальных квантовых газов. Явление Бозе-конденсации.                                | 2            |
| 8        | 4         | Идеальный Ферми-газ электронов в металлах. Парамагнитная восприимчивость и теплоемкость электронного газа в металлах.  | 2            |
| 9        | 4         | Излучение черного тела. Статистика идеального газа фотонов. Формула Планка. Термодинамика идеального фотонного газа.   | 2            |
| 10       | 4         | Колебания кристаллической решетки. Модели Эйнштейна и Дебая. Статистическая термодинамика фононного газа.  | 2            |
| 11       | 5         | Неидеальный классический газ. Конфигурационный интеграл. Вириальное разложение. Вывод уравнения Ван-дер-Ваальса.   | 2            |
| 12       | 6         | Вывод флуктуации энергии и числа частиц из статистического интеграла. Вывод распределения Гаусса для флуктуаций. Понятие работы создания флуктуации. Флуктуации Термодинамическая теория флуктуаций Ландау                                     | 2            |
| 13       | 7         | Разбавленные растворы. Обобщение основных соотношений статистической   | 2            |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | термодинамики на случай многокомпонентных систем. Вычисление химпотенциалов разбавленного раствора.   |   |
| 14 | 7 | Закон Рауля. Понятие идеального раствора. Основные типы бинарных фазовых диаграмм   | 2 |
| 15 | 8 | Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Соотношение Эренфеста. Понятие переходов первого и второго рода. Фазовый переход второго рода как изменение симметрии атомного или магнитного порядка. Понятие порядка. Теория Ландау переходов второго рода. | 2 |
| 16 | 9 | Понятие о поверхностных термодинамических характеристиках. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Краевой угол. Избыточное давление.  | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара  | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 1         | 1         | Начала термодинамики. Понятие полного дифференциала в термодинамике. Термодинамические тождества.  | 2            |
| 2         | 1         | Термодинамические потенциалы: $U, H, F$ , потенциал Гиббса, большой термодинамический потенциал. Соотношения Максвелла.  | 2            |
| 3         | 2         | Решение задач основанных на использовании микроканонического ансамбля.   | 2            |
| 4         | 2         | Решение задач с использованием канонического ансамбля: вычисление характеристик одноатомного идеального больцмановского газа. Задачи с использованием канонического ансамбля в квантовом случае. | 2            |
| 5         | 2         | Задачи на использование большого канонического ансамбля.   | 2            |
| 6         | 2         | Контрольная работа №1  | 2            |
| 7         | 3         | Задачи на вычисление термодинамических характеристик многоатомных газов. Число степеней свободы, вращательные степени свободы.   | 2            |
| 8         | 3         | Колебательные степени свободы молекул.   | 2            |
| 9         | 3         | Контрольная работа №2  | 2            |
| 10        | 4         | Идеальные системы бозонов и фермионов. Распределения Бозе-Эйнштейна, Ферми-Дирака и распределение Больцмана. Конденсация Бозе-Эйнштейна.   | 2            |
| 11        | 4         | Статистика фотонного газа. Формула Планка. Термодинамические характеристики фотонного газа.  | 2            |
| 12        | 4         | Теплоемкость твердых тел. Упругие колебания и фононы. Формула Дебая.   | 2            |
| 13        | 4         | Вырожденный электронный газ. Уровень Ферми, температура Ферми.   | 2            |
| 14        | 4         | Теплоемкость вырожденного электронного газа. Парамагнетизм Паули. Статистика электронов и дырок в полупроводниках.   | 2            |
| 15        | 4         | Контрольная работа №3  | 2            |
| 16        | 5         | Неидеальный классический газ. Коэффициенты вириального разложения.   | 2            |
| 17        | 5         | Уравнение Ван-дер-Ваальса  | 2            |
| 18        | 6         | Флуктуации энергии и числа частиц на основе статистических интегралов.   | 2            |
| 19        | 6         | Работа создания флуктуации. Флуктуации и погрешность эксперимента.   | 2            |
| 20        | 6         | Термодинамическая теория флуктуаций Ландау   | 2            |
| 21        | 7         | Контрольная работа № 4   | 2            |
| 22        | 7         | Разбавленные растворы  | 2            |
| 23        | 7         | Основные виды фазовых диаграмм бинарных систем. Использование правила рычага.  | 2            |
| 24        | 9         | Поверхностные явления.   | 2            |

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС   |   |         |              |
|--|---|---------|--------------|
| Подвид СРС   | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс  | Семестр | Кол-во часов |
| Изучение материалов лекций                               | 1. Ансельм, А.И. Основы статистической физики и термодинамики. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2007. — 448 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/692">http://e.lanbook.com/book/692</a> (главы 1-10)<br>2. Ландау, Л.Д. Курс теоретической физики. Статистическая физика. [Электронный ресурс] / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2001. — 616 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2230">http://e.lanbook.com/book/2230</a> — Загл. с экрана. (главы 1-6, 12)   | 6       | 16           |
| Подготовка к практическим занятиям и контрольным работам | 1. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики : учебн.пособие, (главы 1-10). 2. Караваев, Г. Ф. Основы термодинамики и статистической физики в задачах : с решениями. (страницы 5-170) 3. Методические пособия для самостоятельной работы студента: Еркович О.С., Морозов А.Н. Методические указания к решению задач по курсу «Статистическая физика» (страницы 10-25) 4 Р. Кубо, Статистическая механика, (главы 1-4,6) (Библиотека ЮУрГУ, Термодинамика и статистическая физика Электронный ресурс 27 кн. в PDF-формате. - Б. м.: Регулярная и хаотическая динамика, 2004) | 6       | 18           |
| Подготовка к экзамену                                    | 1. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики : учебн.пособие, (главы 1-10). 2. Леонтович, М. А. Введение в термодинамику. Статистическая физика Текст учеб. пособие М. А. Леонтович. - 2-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2008. - 416 с. (страницы 163 - 355) 3. Р. Кубо, Статистическая механика, (главы 1-4,6) (Библиотека ЮУрГУ, Термодинамика и статистическая физика Электронный ресурс 27 кн. в PDF-формате. - Б. м.: Регулярная и хаотическая динамика, 2004) 4 Караваев, Г. Ф. Основы термодинамики и статистической физики в задачах : с решениями [Текст] учеб.  | 6       | 19,5         |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | пособие для вузов по специальности 010701 "Физика" и по направлению ВПО 010700 "Физика" Г. Ф. Караваев, В. В. Герасимов. - Ростов н/Д: Феникс, 2012. - 174 (страницы 5-170) |  |  |
|--|---|--|--|

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов  | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|--|------------------|
| 1    | 6        | Текущий контроль | Письменная контрольная работа №1  | 1   | 10         | В контрольной работе 5 задач, покрывающих изучаемые разделы курса. Максимальный балл за контрольную работу 10. Каждая задача оценивается в 2 балла. Если приводится верное решение и верный ответ, тогда начисляется 2 балла. Если решение не приводится, или оно неверно, то начисляется 0 баллов независимо от ответа. При наличии только верного решения начисляется один балл. | экзамен          |
| 2    | 6        | Текущий контроль | Письменная контрольная работа №2  | 1   | 10         | В контрольной работе 5 задач, покрывающих изучаемые разделы курса. Максимальный балл за контрольную работу 10. Каждая задача оценивается в 2 балла. Если приводится верное решение и верный ответ, тогда начисляется 2 балла. Если решение не приводится, или оно неверно, то начисляется 0 баллов независимо от ответа. При наличии только верного решения начисляется один балл. | экзамен          |
| 3    | 6        | Текущий контроль | Письменная контрольная работа №3  | 1   | 10         | В контрольной работе 5 задач, покрывающих изучаемые разделы курса. Максимальный балл за контрольную работу 10. Каждая задача оценивается в 2 балла. Если приводится верное решение и верный ответ, тогда начисляется 2 балла. Если решение не приводится, или оно неверно, то начисляется 0 баллов независимо от ответа. При наличии только верного решения начисляется один балл. | экзамен          |
| 4    | 6        | Текущий контроль | Письменная контрольная            | 1   | 10         | В контрольной работе 5 задач, покрывающих изучаемые разделы курса.   | экзамен          |

|   |   |                          |                 |   |    |  |         |
|---|---|--------------------------|-----------------|---|----|--|---------|
|   |   |                          | работа №4       |   |    | Максимальный балл за контрольную работу 10. Каждая задача оценивается в 2 балла. Если приводится верное решение и верный ответ, тогда начисляется 2 балла. Если решение не приводится, или оно неверно, то начисляется 0 баллов независимо от ответа. При наличии только верного решения начисляется один балл.  |         |
| 5 | 6 | Бонус                    | Усердие в учёбе | - | 15 | Бонусы начисляются по усмотрению преподавателя за: активную работу на лекциях и семинарах; наличие полных конспектов лекций и семинаров; аккуратное исполнение всех заданий в срок; etc..  | экзамен |
| 6 | 6 | Промежуточная аттестация | Экзамен         | - | 20 | Экзамен является обязательным контрольным мероприятием промежуточной аттестации. Экзамен является письменной работой. Максимальное количество баллов за мероприятие - 20. Вес мероприятия - 2. Работа включает 5 задач, покрывающих изучаемые разделы курса. Каждая из задач оценивается в 4 балла. Если приводится верное решение и верный полный ответ, тогда начисляется 4 балла. Если решение не приводится, или оно неверно, то начисляется 0 баллов независимо от ответа. При наличии верного решения начисляются баллы от 2-х до 4-х в зависимости от полноты решения и от верности и полноты ответа: верное решение неверный ответ - 2 балла; верное решение и неполный ответ -3 балла; верное и полное решение и неточный ответ -3 балла; верное решение и полный верный ответ - 4 балла. | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения  | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|---|---|
| экзамен                      | Экзамен является обязательным контрольным мероприятием промежуточной аттестации. Экзамен является письменной работой. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения  | № КМ |   |   |   |   |   |
|-------------|--|------|---|---|---|---|---|
|             |  | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ОПК-1       | Знает: основные математические модели и уравнения классической и квантовой статистической термодинамики; методы решения основных типов уравнений статистической физики; основы применения методов теории вероятностей и случайных процессов в задачах статистической физики. | +    | + | + | + | + | + |

|       |   |   |   |   |   |   |   |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|
| ОПК-1 | Умеет: применять теорию и методы математики (теория вероятностей и случайных процессов, уравнения математической физики) для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов, изучаемых статистической физикой.   | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-1 | Имеет практический опыт: применения основных методов статистической термодинамики, позволяющими проводить расчеты физических свойств конденсированных и разреженных сред; математическими методами построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в рамках статистической физики и методов решения уравнений, которые данные модели описывают. | + | + | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Воронцов, А. Г. Статистическая физика [Текст] учеб. пособие для бакалавров направления 03.03.01 "Приклад. математика и физика" А. Г. Воронцов, А. А. Мирзоев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физика наноразмерных систем ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2019. - 159, [1] с. ил. электрон. версия

#### б) дополнительная литература:

1. Берклеевский курс физики [Текст] Т. 5 Статистическая физика / Ф. Рейф в 5 т.: пер. с англ. под ред. А. И. Шальникова, А. О. Вайсенберга. - 3-е изд., испр. - М.: Наука, 1986. - 335, [1] с. ил.
2. Леонтович, М. А. Введение в термодинамику. Статистическая физика [Текст] учеб. пособие М. А. Леонтович. - 2-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2008. - 416 с. ил.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Р.Кубо, Статистическая механика. М.: Мир, 1967, 458с. ( Библиотека ЮУрГУ, Термодинамика и статистическая физика Электронный ресурс 27 кн. в PDF-формате. - Б. м.: Регулярная и хаотическая динамика, 2004)
2. Куни, Ф. М. Статистическая физика и термодинамика Учеб. пособие для физ. спец. - М.: Наука, 1981. - 351 с. ил.

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Р.Кубо, Статистическая механика. М.: Мир, 1967, 458с. ( Библиотека ЮУрГУ, Термодинамика и статистическая физика Электронный ресурс 27 кн. в PDF-формате. - Б. м.: Регулярная и хаотическая динамика, 2004)
2. Куни, Ф. М. Статистическая физика и термодинамика Учеб. пособие для физ. спец. - М.: Наука, 1981. - 351 с. ил.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы   | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание  |
|---|--|---|---|
| 1 | Основная литература                                      | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие : в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под редакцией Л. П. Питаевского. — 6-е изд., стереот. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021 — Том 5 : Статистическая физика. В 2 ч. Ч. 1 — 2021. — 620 с. — ISBN 978-5-9221-1510-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/185665">https://e.lanbook.com/book/185665</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.  |
| 2 | Дополнительная литература                                | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие : в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский ; под редакцией Г. С. Ландсберга. — 5-е изд., испр. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021 — Том 9 : Статистическая физика. Ч. 2. Теория конденсированного состояния — 2021. — 440 с. — ISBN 978-5-9221-1580-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/185699">https://e.lanbook.com/book/185699</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 3 | Дополнительная литература                                | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Физическая кинетика. Том X : учебное пособие / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. — 2-е изд., испр. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. — 536 с. — ISBN 5-9221-0125-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/2692">https://e.lanbook.com/book/2692</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.  |
| 4 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | Электронно-библиотечная система Znanium.com       | Белоусов, Ю. М. Задачи по теоретической физике: Учебное пособие/Ю.М.Белоусов, С.Н.Бурмистров, А.И.Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 584 с. ISBN 978-5-91559-134-8. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/510284">https://znanium.com/catalog/product/510284</a> . – Режим доступа: по подписке.  |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.      | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|-------------|--|
| Практические занятия и семинары | 507<br>(16) | проектор, компьютер, программное обеспечение PowerPoint  |
| Лекции                          | 507<br>(16) | проектор, компьютер, программное обеспечение PowerPoint  |