

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра физики фазовых переходов

**Авторы-составители: Захлевных Александр Николаевич
Макаров Дмитрий Владимирович
Петров Данил Александрович**

Рабочая программа дисциплины
СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА
Код УМК 60804

Утверждено
Протокол №12
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Статистическая физика

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « С.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Специальность: **10.05.03** Информационная безопасность автоматизированных систем
направленность Безопасность открытых информационных систем

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Статистическая физика** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем (направленность : Безопасность открытых информационных систем)

ОПК.1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с математическими и компьютерными науками

ПК.1 способность осуществлять поиск, изучение, обобщение и систематизацию научно-технической информации, нормативных и методических материалов в сфере своей профессиональной деятельности, в том числе на иностранном языке

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем (направленность: Безопасность открытых информационных систем)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Статистическая физика. Первый семестр

Основы статистической термодинамики

Макроскопические системы. Способы описания состояний макроскопических систем. Функция распределения.

Квазинезависимые подсистемы. Условие статистической независимости.

Относительная флуктуация аддитивной величины.

Распределение Гиббса. Термодинамический смысл параметров распределения Гиббса.

Энтропия. Второе начало термодинамики.

Третье начало термодинамики. Поведение теплоемкости.

Равновесный процесс. Первое начало термодинамики.

Простая система. Давление. Закон Паскаля. Термодинамические потенциалы простой системы.

Условия термодинамической устойчивости.

Распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц. Термодинамический смысл его параметров.

Равновесный процесс в системе с переменным числом частиц. Химический потенциал.

Термодинамические потенциалы системы с переменным числом частиц. Зависимость термодинамических потенциалов от числа частиц в системе.

Фазовые переходы первого и второго рода.

Переход к классической статистике. Температура вырождения.

Статистический интеграл. Классическая функция распределения.

Теорема о равномерном распределении. Пример.

Идеальные газы

Квантовые распределения для идеального газа.

Большой термодинамический потенциал и средняя энергия идеального газа бесструктурных частиц.

Больцмановский газ. Термодинамические величины больцмановского газа. Условия применимости статистики Больцмана.

Идеальный ферми - газ при $T = 0$.

Идеальный бозе - газ при низких температурах. Бозе - конденсация.

Термодинамические системы независимых осцилляторов

Термодинамические величины равновесного теплового излучения

Термодинамические величины кристаллической решетки (высокие и низкие температуры)

Классические неидеальные системы

Классический слабонеидеальный газ с короткодействием (расчет по методу Майера)

Уравнение Ван дер Ваальса. Термодинамический смысл его параметров

Теория флуктуаций

Формула Больцмана. Основная формула термодинамической теории флуктуаций

Флуктуации объема и температуры

Флуктуации плотности, числа частиц, давления и энтропии

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Ландау, Л.Д. Курс теоретической физики. Статистическая физика : учебное пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — 5-е изд., стер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. — 616 с. — ISBN 978-5-9221-0054-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <https://elis.psu.ru/node/619858>
2. Дмитриев, А. В. Основы статистической физики материалов : учебник / А. В. Дмитриев. — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2004. — 672 с. — ISBN 5-211-04830-X. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/13062>
3. Ландау Л. Д. Теоретическая физика. учебное пособие для студентов физических специальностей университетов : в 10 т. Т. 5. Статистическая физика, Ч. 1 / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; ред. Л. П. Питаевский. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005, ISBN 5-9221-0054-8.-616

Дополнительная:

1. Лисейкина Т. А. Курс физики. Раздел шестой. Статистическая физика и термодинамика: Учебное пособие / Лисейкина Т. А. - Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2013. - 122. <http://www.iprbookshop.ru/45476.html>
2. Леонтович М. А. Введение в термодинамику. Статистическая физика: учебное пособие / М. А. Леонтович. - Санкт-Петербург: Лань, 2008, ISBN 978-5-8114-0850-4.-432.-Предм. указ.: с. 414-416
3. Михнев Л. В. Термодинамика и статистическая физика: Практикум / Михнев Л. В. - Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. - 125. <http://www.iprbookshop.ru/69442.html>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://www.theoretical-physics.net/0.1/index.html> Справочник по теоретической физике

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Статистическая физика** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.
- Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- приложение, позволяющее просматривать PDF-файлы
- офисный пакет приложений «LibreOffice».

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Для лекционных и практических занятия занятий требуется аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций и текущего контроля требуется аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для самостоятельной работы студентов требуются помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Статистическая физика**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с математическими и компьютерными науками</p>	<p>ЗНАТЬ: основные представления и понятия статистической физики и термодинамики; УМЕТЬ: проводить термодинамическое и статистическое описание равновесного состояния макроскопических систем и квазистатических процессов; ВЛАДЕТЬ: навыками расчёта макроскопических величин методами квантовой и классической статистической физики.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные представления и понятия равновесной статистической физики и термодинамики; Не умеет проводить термодинамическое и статистическое описание равновесного состояния макроскопических систем и квазистатических процессов; Не владеет навыками расчёта макроскопических величин методами квантовой и классической статистической физики.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания основных представлений и понятий равновесной статистической физики и термодинамики; Демонстрирует частично сформированное умение проводить термодинамическое и статистическое описание равновесного состояния макроскопических систем и квазистатических процессов; Имеет навыки расчёта макроскопических величин методами квантовой и классической статистической физики.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания основных представлений и понятий равновесной статистической физики и термодинамики; Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, умения проводить термодинамическое и статистическое описание равновесного состояния макроскопических систем и квазистатических процессов; В целом сформированные навыки расчёта</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>макроскопических величин методами квантовой и классической статистической физики.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает основные представления и понятия равновесной статистической физики и термодинамики; Умеет проводить термодинамическое и статистическое описание равновесного состояния макроскопических систем и квазистатических процессов; Владеет навыками расчёта макроскопических величин методами квантовой и классической статистической физики.</p>
<p>ПК.1 способность осуществлять поиск, изучение, обобщение и систематизацию научно-технической информации, нормативных и методических материалов в сфере своей профессиональной деятельности, в том числе на иностранном языке</p>	<p>ЗНАТЬ: основные понятия статистической физики и ее связь с теорией информации; УМЕТЬ: проводить описание равновесных макроскопических систем с помощью статистических методов; ВЛАДЕТЬ: навыками систематизации информации в области статистической физики.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные понятия статистической физики и ее связь с теорией информации; Не умеет проводить описание равновесных макроскопических систем с помощью статистических методов; Не владеет навыками систематизации информации в области статистической физики..</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания основных понятий статистической физики; Демонстрирует частично сформированное умение проводить описание равновесных макроскопических систем с помощью статистических методов; Частично владеет навыками систематизации информации в области статистической физики.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания об основных понятиях статистической физики и ее связи с теорией информации; Сформированное, но содержащие отдельные пробелы, умение проводить описание равновесных макроскопических систем с помощью статистических методов; В целом владеет навыками систематизации</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>информации в области статистической физики.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает основные понятия статистической физики и ее связь с теорией информации; Умеет проводить описание равновесных макроскопических систем с помощью статистических методов; Владеет навыками систематизации информации в области статистической физики.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Основы статистической термодинамики Входное тестирование	
ОПК.1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с математическими и компьютерными науками	Основы статистической термодинамики Письменное контрольное мероприятие	Каноническое распределение. Статистическое обоснование равновесной термодинамики. Большое каноническое распределение. Термодинамическое равновесие и устойчивость. Фазовые переходы. Переход к классической статистике.
ОПК.1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с математическими и компьютерными науками	Идеальные газы Защищаемое контрольное мероприятие	Идеальные газы бесструктурных частиц. Атомарные и молекулярные газы.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 способность осуществлять поиск, изучение, обобщение и систематизацию научно-технической информации, нормативных и методических материалов в сфере своей профессиональной деятельности, в том числе на иностранном языке</p> <p>ОПК.1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с математическими и компьютерными науками</p>	<p>Теория флуктуаций</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Флуктуации чисел заполнения в ферми-и бозе-системах. Рассеяние света на флуктуациях плотности.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Основы статистической термодинамики

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Решение каждого задания входного контроля оценивается по следующей схеме: верный ответ - 1 балл; неверный ответ - 0 баллов. Всего 6 заданий.	6

Основы статистической термодинамики

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Контрольная работа состоит из 15 вопросов/заданий. Каждое задание/вопрос оценивается по следующей схеме: правильный ответ на вопрос - 2 балла; при ответе на вопрос допущены незначительные ошибки или не сделаны поясняющие рисунки и графики - 1 балл; ответ на вопрос отсутствует или дан неверно - 0 баллов.	30

Идеальные газы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Часть №1. Задачи первого типа. Решение каждой задачи части №1 оценивается следующим образом: задача решена полностью - 10 баллов; задача решена с незначительными ошибками, но ход решения правильный - 5 баллов; задача не решена или решена неверно - 0 баллов. Всего 2 задачи.	20
Часть №2. Задачи второго типа (простые). Решение каждой задачи части №2 оценивается следующим образом: задача решена полностью - 5 баллов; задача решена с незначительными ошибками, но ход решения правильный - 3 балла; задача не решена или решена неверно - 0 баллов. Всего 2 задачи.	10

Теория флуктуаций

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Контрольная работа состоит из 10 вопросов/заданий. Каждое задание/вопрос оценивается по следующей схеме: правильный ответ на вопрос - 4 балла; при ответе на вопрос допущены незначительные ошибки или не сделаны поясняющие рисунки и графики - 2 балла; ответ на вопрос отсутствует или дан неверно - 0 баллов.	40