

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

Кафедра физики фазовых переходов

Авторы-составители: **Макаров Дмитрий Владимирович**
Гилев Валерий Григорьевич

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИКА ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ
Код УМК 94077

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

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Физика фазовых переходов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **03.03.01** Прикладные математика и физика
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Физика фазовых переходов** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

03.03.01 Прикладные математика и физика (направленность : Программа широкого профиля)

ПК.2 способность применять различные методы физических исследований в избранной предметной области: экспериментальные методы, статистические методы обработки экспериментальных данных, методы теоретической физики, вычислительные методы, методы математического и компьютерного моделирования объектов и процессов

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	03.03.01 Прикладные математика и физика (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	11
Объем дисциплины (з.е.)	6
Объем дисциплины (ак.час.)	216
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	84
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	42
Самостоятельная работа (ак.час.)	132
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (11 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Физика фазовых переходов

Термодинамика фазовых переходов

Классификация фазовых переходов. Условия равновесия фаз. Равновесие трех фаз. Формула Клапейрона-Клаузиуса. Термодинамические неравенства. Критическая точка. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Фазовые переходы 2 рода. Уравнения Эренфеста. Системы с различными частицами. Правило фаз Гиббса. Критические показатели. Неравенство Рашбрука.

Теория Ландау фазовых переходов

Теория Ландау фазовых переходов 2-го рода. Теория Ландау фазовых переходов 1-го рода. Фазовый переход во внешнем поле.

Микроскопические модели в физике фазовых переходов

Теория ферромагнетизма в приближении Брэгга-Вильямса. Модель решетчатого газа с учетом стерического взаимодействия.

Модель решетчатого газа с учетом притяжения. Одномерная модель Изинга: замкнутая цепочка без магнитного поля. Одномерная модель Изинга: замкнутая цепочка в магнитном поле. Статсумма.

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. 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 ; под ред. Л. П. Питаевского. -5-е изд., стер..-Москва:ФИЗМАТЛИТ,2010, ISBN 978-5-9221-0054-0.-616
3. Гиттерман, М. Фазовые превращения : краткое изложение и современные приложения / М. Гиттерман, В. Хэлперн. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. — 128 с. — ISBN 5-93972-599-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/16651.html>
4. Физика фазовых переходов. Спецпрактикум:учебное пособие/Пермский государственный национальный исследовательский университет.-Пермь,2018, ISBN 978-5-7944-3122-3.-92.-Библиогр.: с. 90 (6 назв.)
5. 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>
6. Макаров Д. В. Физика фазовых переходов. Феноменологические подходы:учебное пособие/Д. В. Макаров.-Пермь,2013, ISBN 978-5-7944-2131-6.-96.-Библиогр.: с. 95-96

Дополнительная:

1. Квасников И. А. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем:учебное пособие для вузов по специальности "Физика"/И. А. Квасников.-Москва:Издательство Московского университета,1991.-793б.-Указ. имен и предм. указ. в конце кн.
2. Захлевных А. Н. Физика фазовых переходов в жидких кристаллах:учебно-методическое пособие/А. Н. Захлевных.-Пермь,2007, ISBN 5-7944-0891-X.-127.-Библиогр.: с. 121-126
3. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах : учебное пособие / Г. В. Булидорова, Ю. Г. Галяметдинов, Х. М. Ярошевская [и др.] ; под редакцией Е. И. Шевченко. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 93 с. — ISBN 978-5-7882-1550-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/63525.html>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://www.lektorium.tv/speaker/2902?id=2902> Илья Грузберг. Введение в статистическую теорию поля

<https://lectoriy.mipt.ru/lecture/TherPhys-StatPhys-L03-Maksimov-140927.01> Л.А. Максимов. Фазовые переходы. Термодинамическое

<https://mipt.lectoriy.ru/lecture/Physics-Thermodynam-L04-Ovchin-090310.01> В.А. Овчинкин. Фазовые превращения

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

Образовательный процесс по дисциплине **Физика фазовых переходов** 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 выполнения 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 занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для лабораторных работ требуется специализированный учебный кабинет №128. Состав оборудования определен в Паспорте кабинета.

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

Для проведения текущего контроля требуется аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для самостоятельной работы студентов требуется аудитория, оснащенная компьютерной техникой с

возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. 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
Физика фазовых переходов**

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

ПК.2

способность применять различные методы физических исследований в избранной предметной области: экспериментальные методы, статистические методы обработки экспериментальных данных, методы теоретической физики, вычислительные методы, методы математического и компьютерного моделирования объектов и процессов

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.2 способность применять различные методы физических исследований в избранной предметной области: экспериментальные методы, статистические методы обработки экспериментальных данных, методы теоретической физики, вычислительные методы, методы математического и компьютерного моделирования объектов и процессов</p>	<p>ЗНАТЬ: основные представления и понятия физики фазовых переходов; УМЕТЬ: проводить термодинамическое и статистическое описание фазовых переходов; ВЛАДЕТЬ: навыками расчёта различных физических величин в рамках феноменологических и микроскопических теорий фазовых переходов.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные представления и понятия физики фазовых переходов; Не умеет проводить термодинамическое и статистическое описание фазовых переходов; Не владеет навыками расчёта различных физических величин в рамках феноменологических и микроскопических теорий фазовых переходов.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Демонстрирует частично сформированное знание основных представлений и понятий физики фазовых переходов; Демонстрирует частично сформированное умение проводить термодинамическое и статистическое описание фазовых переходов; Демонстрирует частично сформированное владение навыками расчёта различных физических величин в рамках феноменологических и микроскопических теорий фазовых переходов.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание основных представлений и понятий физики фазовых переходов; Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить термодинамическое и статистическое описание фазовых переходов; Демонстрирует сформированное, но</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>содержащее отдельные пробелы владение навыками расчёта различных физических величин в рамках феноменологических и микроскопических теорий фазовых переходов.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает основные представления и понятия физики фазовых переходов; Умеет проводить термодинамическое и статистическое описание фазовых переходов; Владеет навыками расчёта различных физических величин в рамках феноменологических и микроскопических теорий фазовых переходов.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

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 (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Термодинамика фазовых переходов Входное тестирование	Основные положения термодинамики и статистической физики
ПК.2 способность применять различные методы физических исследований в избранной предметной области: экспериментальные методы, статистические методы обработки экспериментальных данных, методы теоретической физики, вычислительные методы, методы математического и компьютерного моделирования объектов и процессов	Термодинамика фазовых переходов Защищаемое контрольное мероприятие	Методы физических исследований фазовых переходов 1-го и 2-го рода. Методы обработки экспериментальных данных.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.2 способность применять различные методы физических исследований в избранной предметной области: экспериментальные методы, статистические методы обработки экспериментальных данных, методы теоретической физики, вычислительные методы, методы математического и компьютерного моделирования объектов и процессов</p>	<p>Теория Ландау фазовых переходов Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Классификация фазовых переходов. Условия равновесия фаз. Равновесие трех фаз. Формула Клапейрона-Клаузиуса. Термодинамические неравенства. Критическая точка. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Фазовые переходы 2 рода. Уравнения Эренфеста. Системы с различными частицами. Правило фаз Гиббса. Теория Ландау фазовых переходов 2-го рода. Теория Ландау фазовых переходов 1-го рода. Фазовый переход во внешнем поле. Критические показатели. Неравенство Рашбрука.</p>
<p>ПК.2 способность применять различные методы физических исследований в избранной предметной области: экспериментальные методы, статистические методы обработки экспериментальных данных, методы теоретической физики, вычислительные методы, методы математического и компьютерного моделирования объектов и процессов</p>	<p>Микроскопические модели в физике фазовых переходов Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Теория ферромагнетизма в приближении Брэгга-Вильямса. Модель решетчатого газа с учетом стерического взаимодействия. Модель решетчатого газа с учетом притяжения. Одномерная модель Изинга: замкнутая цепочка без магнитного поля. Одномерная модель Изинга: замкнутая цепочка в магнитном поле. Статсумма.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Термодинамика фазовых переходов

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
Каждое задание входного контроля оценивается в 1 балл. Всего 6 заданий.	6

Термодинамика фазовых переходов

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнены все лабораторные работы из предложенных. Результаты измерений соответствуют табличным значениям. Отчеты по работам предоставлены. Даны правильные ответы на дополнительные вопросы.	20
Выполнены все лабораторные работ. Результаты измерений в основном соответствуют табличным значениям. Отчеты по работам предоставлены. В ответах на дополнительные вопросы есть неточности.	15
Выполнены все лабораторные работ. Результаты измерений частично соответствуют табличным значениям. Отчеты по работам предоставлены. Нет ответов на дополнительные вопросы по темам работ.	10
Выполнено 40% от предложенных лабораторных работ. Результаты измерений не соответствуют табличным значениям. Отчеты по работам не предоставлены.	5
Лабораторные работы не выполнены.	0

Теория Ландау фазовых переходов

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
Часть №1. Тестовые задания открытого типа. Решение каждого задания части №1 оценивается следующим образом: верный ответ - 1 балл; неверный ответ - 0 баллов. Всего 18 заданий.	18
Часть №2. Вопрос из списка. Оценка ответа на вопрос части №2: Дан полный ответ на вопрос в билете. Отсутствуют ошибки в формулах и формулировках основных положений. Вывод формул сопровождается соответствующими текстовыми пояснениями.	12
Дан полный ответ на вопрос в билете. Есть незначительные неточности в ряде формулировок.	10
Дан полный ответ на вопрос в билете. Допущены несущественные ошибки в выводе формул, формулировках и определениях или математические выкладки не сопровождаются соответствующими текстовыми пояснениями.	8
Основное содержание ответа на вопросы билета представлено. Есть незначительные ошибки при выводе формул /формулировках/определениях. Математические выкладки не сопровождаются текстовыми пояснениями.	6
Основное содержание вопроса не раскрыто. При выводе формул допущены грубые ошибки.	4
Основное содержание вопроса не раскрыто. Отсутствуют основные определения и формулы. В ответе присутствует минимальная (отрывочная) информация, относящаяся к вопросу.	2
Нет ответа на вопрос билета или представлен ответ на вопрос другого билета.	0
Здесь указаны критерии получения первичных баллов за контрольное мероприятие. Итоговые баллы в рейтинг по 100-балльной шкале рассчитывает ЕТИС согласно вкладу	0

(40%) контрольного мероприятия в итоговую оценку.	
---	--

Микроскопические модели в физике фазовых переходов

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
Верно изложено содержание теоретического вопроса №1	10
Решение каждого задания тестовой части оценивается по следующей схеме: верный ответ - 1 балл; неверный ответ - 0 баллов. Всего 10 заданий.	10
Здесь указаны критерии получения первичных баллов за контрольное мероприятие. Итоговые баллы в рейтинг по 100-балльной шкале рассчитывает ЕТИС согласно вкладу (40%) контрольного мероприятия в итоговую оценку.	0