

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук



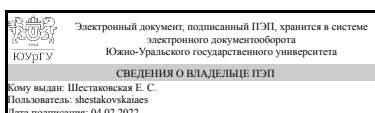
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М3.05 Модели уравнений состояния конденсированных сред для направления 03.04.01 Прикладные математика и физика
уровень Магистратура
магистерская программа Физическая и химическая механика сплошных сред
форма обучения очная
кафедра-разработчик Вычислительная механика

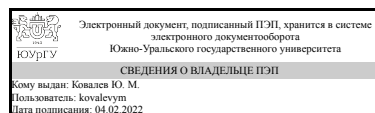
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 898

Зав.кафедрой разработчика,
к.физ.-мат.н., доц.



Е. С. Шестаковская

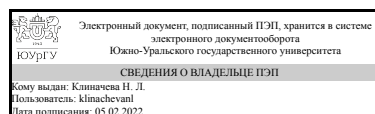
Разработчик программы,
д.физ.-мат.н., проф., профессор



Ю. М. Ковалев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы
к.физ.-мат.н., доц.



Н. Л. Клиначева

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение теоретических методов исследований термодинамических свойств конденсированного вещества при высоких давлениях и температурах, полуэмпирических методов расчета и применение полученных знаний на практике. Задачами данного курса являются: · ознакомление с методами расчета термодинамических свойств конденсированного вещества; · математические и физические требования к уравнениям состояния для практических расчетов, изучение принципов построения полуэмпирических уравнений состояния; · формирование у магистрантов способности оперировать полученными знаниями для оценок термодинамических свойств вещества, ставить задачи и уметь планировать исследования при высоких давлениях и температурах.

Краткое содержание дисциплины

Теоретические методы расчета термодинамических свойств конденсированных веществ при высоких давлениях и температурах. Полуэмпирические уравнения состояния вещества.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|--|--|
| ПК-1 Способен самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов механики сплошных сред | Знает: теоретические методы расчёта термодинамических свойств веществ при высоких давлениях и температурах Умеет: строить полуэмпирические модели уравнений состояния вещества Имеет практический опыт: оценки термодинамических свойств вещества для анализа процессов в экстремальных состояниях; обработки результатов экспериментов и сопоставления с теоретическими данными |

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|--|
| Газовая динамика | Физика взрыва и удара, Методы экспериментальной физики, Теория горения |

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

| Дисциплина | Требования |
|------------------|--|
| Газовая динамика | Знает: основные понятия и законы газовой динамики Умеет: применять математические модели для описания движения газов Имеет |

практический опыт: решения задач стационарной и нестационарной газовой динамики

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|-------|
| | | Номер семестра | |
| | | 2 | |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 72 | 72 | |
| <i>Аудиторные занятия:</i> | 32 | 32 | |
| Лекции (Л) | 16 | 16 | |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16 | 16 | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 | |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i> | 35,75 | 35,75 | |
| с применением дистанционных образовательных технологий | 0 | | |
| Подготовка к практическим работам | 17,75 | 17,75 | |
| Подготовка к зачету | 18 | 18 | |
| Консультации и промежуточная аттестация | 4,25 | 4,25 | |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | | зачет |

5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
|-----------|--|---|---|----|----|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Основы термодинамики и статистической механики | 12 | 6 | 6 | 0 |
| 2 | Полуэмпирические уравнения состояния при $T=0$ | 12 | 6 | 6 | 0 |
| 3 | Уравнения состояния при $T>0$ | 8 | 4 | 4 | 0 |

5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Термодинамические потенциалы. Дифференциальные уравнения термодинамики. Термодинамические коэффициенты. | 2 |
| 2 | 1 | Термодинамическое равновесие. Теплоемкость. Внутренняя энергия. Определение состояния. Термодинамическое и микроскопическое механическое состояния. | 2 |
| 3 | 1 | Цель статистико-механического подхода. Канонический ансамбль и термодинамика. Статистика частиц и термодинамика. Идеальный газ. | 2 |

| | | | |
|---|---|--|---|
| 4 | 2 | Конденсированное вещество и его свойства. Холодная энергия и холодное давление. | 2 |
| 5 | 2 | Силы в твердых телах. Потенциалы взаимодействия в различных типах твердых тел. Вклад нулевых колебаний в уравнение состояния. | 2 |
| 6 | 2 | Уравнение состояния Мурнагана – Берча. Другие типы потенциалов. | 2 |
| 7 | 3 | Тепловая энергия и тепловое давление. Свободная энергия кристаллической решетки в квазигармоническом приближении. Низкие температуры. Высокие температуры. | 2 |
| 8 | 3 | Приближение Дебая и Эйнштейна. Коэффициент Грюнайзена и приближенные методы его определения. | 2 |

5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Термодинамические потенциалы и связь с уравнениями состояния. Дифференциальные уравнения термодинамики. Определение связи термодинамических коэффициентов с помощью дифференциальных уравнений термодинамики. | 2 |
| 2 | 1 | Теплоемкость. Внутренняя энергия. Определение теплоемкости для различных процессов. Практическая работа №1. | 2 |
| 3 | 1 | Свойства уравнения состояния реального газа. Практическая работа №2. | 2 |
| 4 | 2 | Построение адиабаты и изотермы при температуре $T=0$ | 2 |
| 5 | 2 | Вид потенциалов взаимодействия в различных типах твердых тел и их связь с холодной энергией и холодным давлением. Практическая работа №3. | 2 |
| 6 | 2 | Свойство уравнений состояния Мурнагана – Берча, Винета, Ми-Грюнайзена и их связь с ударными адиабатами. Практическая работа №4. | 2 |
| 7 | 3 | Вид свободной энергии Гельмгольца в пределе низких и высоких температур | 2 |
| 8 | 3 | Коэффициент Грюнайзена и приближенные методы его определения. Практическая работа №5. | 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 |
| Подготовка к практическим работам | ПУМД: осн. лит. 1,2. ПУМД: доп. лит. 1,2,3. ПУМД: метод.пособия 1. ЭУМД: осн. лит. 1. ЭУМД: доп. лит. 1. | 2 | 17,75 |
| Подготовка к зачету | ПУМД: осн. лит. 1,2. ПУМД: доп. лит. 1,2,3. ЭУМД: осн. лит. 1. ЭУМД: доп. лит. 1. | 2 | 18 |

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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 | Учи-тыва-ется в ПА |
|------|----------|---------------------------|-----------------------------------|-----|------------|--|--------------------|
| 1 | 2 | Текущий контроль | Практическая работа №1 | 1 | 5 | Работа содержит одно задание. Работа выполнена верно - 5 баллов; работа выполнена верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат - 4 балла; в работе допущены 1-2 ошибки - 3 балла; в работе допущено 3 ошибки - 2 балла; в работе допущено более трёх ошибок - 1 балл; работа не представлена - 0 баллов. | зачет |
| 2 | 2 | Текущий контроль | Практическая работа №2 | 1 | 5 | Работа содержит одно задание. Работа выполнена верно - 5 баллов; работа выполнена верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат - 4 балла; в работе допущены 1-2 ошибки - 3 балла; в работе допущено 3 ошибки - 2 балла; в работе допущено более трёх ошибок - 1 балл; работа не представлена - 0 баллов. | зачет |
| 3 | 2 | Текущий контроль | Практическая работа №3 | 1 | 5 | Работа содержит одно задание. Работа выполнена верно - 5 баллов; работа выполнена верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат - 4 балла; в работе допущены 1-2 ошибки - 3 балла; в работе допущено 3 ошибки - 2 балла; в работе допущено более трёх ошибок - 1 балл; работа не представлена - 0 баллов. | зачет |
| 4 | 2 | Текущий контроль | Практическая работа №4 | 1 | 5 | Работа содержит одно задание. Работа выполнена верно - 5 баллов; работа выполнена верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат - 4 балла; в работе допущены 1-2 ошибки - 3 балла; в работе допущено 3 ошибки - 2 балла; в работе допущено более трёх ошибок - 1 балл; работа не представлена - 0 баллов. | зачет |
| 5 | 2 | Текущий контроль | Практическая работа №5 | 1 | 5 | Работа содержит одно задание. Работа выполнена верно - 5 баллов; работа выполнена верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат - 4 балла; в работе допущены 1-2 ошибки - 3 балла; в работе допущено 3 ошибки - 2 балла; в работе допущено более трёх ошибок - 1 балл; работа не представлена - 0 баллов. | зачет |
| 6 | 2 | Проме-жуточная аттестация | Зачет | - | 10 | Билет содержит два теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов - студент безошибочно ответил на вопрос, демонстрирует системные и достаточно | зачет |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | глубокие знания, владеет необходимой терминологией; 4 балла - студент в полном объеме ответил на вопрос, допущены незначительные неточности; 3 балла - студент дал неполный ответ на вопрос, но в ходе собеседования ответил на дополнительные вопросы по билету; 2 балла - студент дал неполный ответ на вопрос, в ходе собеседования не ответил на дополнительные вопросы по билету; 1 балл - в ответах студент допустил ошибки и не смог их исправить в ходе собеседования; 0 баллов - ответ отсутствует. | |
|--|--|--|--|--|--|--|

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|------------------------------|---|---|
| зачет | Оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине проводится на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Прохождение всех контрольно-рейтинговых мероприятий текущего контроля обязательно. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время зачета в виде устного опроса и является обязательным. Студенту выдается билет, содержащий 2 вопроса из разных тем курса. Студенту дается 40 минут на подготовку ответов. Затем студент озвучивает свои ответы. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

6.3. Оценочные материалы

| Компетенции | Результаты обучения | № КМ | | | | | |
|-------------|---|------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ПК-1 | Знает: теоретические методы расчёта термодинамических свойств веществ при высоких давлениях и температурах | + | + | + | + | + | + |
| ПК-1 | Умеет: строить полуэмпирические модели уравнений состояния вещества | + | + | + | + | + | + |
| ПК-1 | Имеет практический опыт: оценки термодинамических свойств вещества для анализа процессов в экстремальных состояниях; обработки результатов экспериментов и сопоставления с теоретическими данными | | | | + | + | + |

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Кондауров, В. И. Основы термомеханики конденсированной среды В. И. Кондауров, В. Е. Фортов; Рос. акад. наук, Ин-т теплофизики экстрем. состояний; Объед. ин-т высоких температур; Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т). - М.: Издательство МФТИ, 2002. - 336 с. ил.

2. Фортов, В. Е. Физика неидеальной плазмы [Текст] учеб. пособие для вузов по направлениям "Приклад. математика и физика" В. Е. Фортов, А. Г. Храпак, И. Т. Якубов. - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2010. - 526, [2] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Китайгородский, А. И. Молекулярные кристаллы [Текст] А. И. Китайгородский. - М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1971

2. Жирифалько, Л. Статистическая физика твердого тела Пер. с англ. А. В. Ведяева, Ю. Г. Рудого; Под ред. В. З. Кресина, Б. М. Струнина. - М.: Мир, 1975. - 382 с.

3. Ударно-волновые явления в конденсированных средах [Текст] Г. И. Канель и др. - М.: Янус-К, 1996. - 407, [1] с. ил.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы студентов

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы студентов

Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание |
|---|---------------------------|---|---|
| 1 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Зельдович, Я. Б. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений : монография / Я. Б. Зельдович, Ю. П. Райзер. — 3-е изд., испр. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 656 с. https://e.lanbook.com/book/2373 |
| 2 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Ударные и детонационные волны. Методы исследования : монография / И. Ф. Кобылкин, В. В. Селиванов, В. С. Соловьев, Н. Н. Сысоев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 376 с. https://e.lanbook.com/book/2686 |

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 |
| Лекции | 708a (1) | компьютер, проектор, экран |