

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан
Л. В. Гензе

Рабочая программа дисциплины

Элементы молекулярно-кинетической теории газов

по направлению подготовки

01.03.03 Механика и математическое моделирование

Направленность (профиль) подготовки :

**Основы научно-исследовательской деятельности в области механики и
математического моделирования**

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП
Л.В. Гензе

Председатель УМК

Е.А. Тарасов

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-4 Способен проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности.

ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские разработки по отдельным разделам выбранной темы.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 4.1 Проводит поиск и обработку научной и научно-технической информации, необходимой для решения исследовательских задач

ИОПК 4.2 Оценивает полученные результаты и формулирует выводы по итогам проведенных исследований

ИПК 1.1 Проводит работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

ИПК 1.2 Подготавливает планы и программы проведения отдельных этапов научно-исследовательской работы

ИПК 1.3 Проводит отдельные этапы научно-исследовательской работы

2. Задачи освоения дисциплины

Научиться применять понятийный аппарат молекулярно-кинетической теории газов для построения математических моделей течения газов и решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Восьмой семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: механика сплошных сред, теоретическая механика.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

-лекции: 32 ч.,

в том числе практическая подготовка: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Фазовое пространство. Функция распределения

Краткое содержание темы: Введение. Основные понятия и определения. Понятие фазового пространства и функции распределения. Физический смысл.

Тема 2. Уравнение Больцмана. Перенос молекулярных характеристик.

Краткое содержание темы: Вывод уравнения Больцмана. Определение основных молекулярных характеристик и их свойства.

Тема 3. H-функция и H-теорема Больцмана.

Краткое содержание темы: Определение H-функции Больцмана и вывод H-теоремы Больцмана.

Тема 4. Функция распределения Максвелла. Свойство Максвелловского состояния газа.

Краткое содержание темы: Вывод функции распределения Максвелла. Формулировка свойств Максвелловского состояния газа.

Тема 5. О строгой теории коэффициентов переноса.

Краткое содержание темы: Определения и основные понятия строгой теории коэффициентов переноса.

Тема 6. Метод Чепмена-Энскога.

Краткое содержание темы: Преобразование уравнения Больцмана методом Чепмена-Энскога.

Тема 7. Универсальное интегральное уравнение. Полиномы Сонина и интегралы столкновения.

Краткое содержание темы: Вывод универсального интегрального уравнения и универсальных интегральных условий. Понятие о полиномах Сонина и интегралах столкновения.

Тема 8. Коэффициенты диффузии и термодиффузии.

Краткое содержание темы: Вывод коэффициентов обобщенной диффузии и термодиффузии.

Тема 9. Плотность диффузионного потока. Соотношение Стефана-Максвелла.

Краткое содержание темы: Понятие плотности диффузионного потока. Вывод выражения для вектора плотности диффузионного потока. Физический смысл членов. Определение механизмов диффузии.

Тема 10. Тензор давления и коэффициент вязкости. Перенос энергии и коэффициенты теплопроводности.

Краткое содержание темы: Определение коэффициента вязкости с выводом. Вектор плотности потока энергии. Физический смысл.

Тема 11. Влияние химических реакций и внутренних степеней свободы на процессы переноса.

Краткое содержание темы: Общие понятия о влиянии химических реакций на коэффициенты переноса. Определения некоторых типов течений.

Тема 12. Математические модели течения газа.

Краткое содержание темы: Понятие математической модели физического явления. Вывод системы уравнений Эйлера путем решения уравнения Больцмана методом Чепмена-Энскога. Вывод системы уравнений Навье-Стокса. Понятие о системе уравнений Барнетта.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в восьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Фазовое пространство.
2. Функция распределения.
3. Уравнение Больцмана.
4. Перенос молекулярных характеристик.
5. H-функция и H-теорема Больцмана.
6. Функция распределения Максвелла.
7. Свойство Максвелловского состояния газа.
8. О строгой теории коэффициентов переноса.
9. Метод Чепмена-Энскога.
10. Универсальное интегральное уравнение.
11. Полиномы Сонина и интегралы столкновения.
12. Коэффициенты диффузии и термодиффузии.
13. Плотность диффузионного потока. Соотношение Стефана-Максвелла.
14. Тензор давления и коэффициент вязкости.
15. Перенос энергии и коэффициенты теплопроводности.
16. Влияние химических реакций и внутренних степеней свободы на процессы переноса.
17. Математические модели течения газа.

Результаты зачета определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» ставится в случае, если дан правильный и развернутый ответ на вопрос. Студент четко и логично изложил свой ответ на поставленный в тесте вопрос.

Оценка «хорошо» ставится в случае, если дан правильный ответ на вопрос, но не все изложено развернуто и логически структурировано.

Оценка «удовлетворительно» ставится в случае, если в целом дан правильный ответ на вопрос, но он изложен поверхностно и с нарушением логики изложения.

Оценка «неудовлетворительно» ставится в случае, если ответ представлен очень поверхностно и с нарушением логики изложения, студент очень плохо владеет основными моделями и концепциями, допущены существенные терминологические и фактические ошибки.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=8370>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Алексеев Б.В., Гришин А.М. Курс лекций по аэротермохимии. – Томск: Изд-во ТГУ, 1978.
2. Алексеев Б.В., Гришин А.М. Введение в аэротермохимию. – Саратов: Изд-во СГУ, 1973.
3. Гришин А.М. Математическое моделирование некоторых нестационарных аэротермохимических явлений. – Томск: Изд-во ТГУ, 1973.
4. Гришин А.М., Фомин В.М. Сопряженные и нестационарные задачи механики реагирующих сред. – Новосибирск: Наука, 1986.
5. Куропатенко В.Ф. Модели механики сплошных сред. Челябинск: Челяб. гос. ун-т, 2007. - 303с.

б) дополнительная литература:

1. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. Т.1. – М.: Наука, 1987.
2. Соу Г. Гидродинамика многофазных сред. – М.: Мир, 1971.
3. Ферцигер Дж., Капер Г. Математическая теория процессов переноса в газах. – М.: Мир, 1976.
4. Гришин А. М. Введение в механику сплошных реагирующих сред : [учебное пособие].– Томск : Издательство Томского университета, 2008. – 217 с.
5. Гиршфельдер Дж., Кертис М., Берд Р. Молекулярная теория газов и жидкостей. – М.: ИЛ, 1961.

в) ресурсы сети Интернет:

– открытые онлайн-курсы

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Зав. кафедрой физической и вычислительной механики, д.ф.-м.н., доцент Лобода Е.Л.