

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан



Ю.Н. Рыжих

06

20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

Газодинамика

по направлению подготовки

16.03.01 Техническая физика

Направленность (профиль) подготовки :

Компьютерное моделирование в инженерной теплофизике и аэрогидродинамике

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

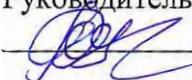
Год приема

2022

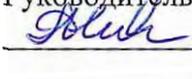
Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.30

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

 Э.Р. Шрагер

Руководитель ОПОП

 А.В. Шваб

Председатель УМК

 В.А. Скрипняк

Томск – 2022

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 – Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
- ПК-1 – Способен использовать методы математического моделирования тепловых процессов, формулировать задачи компьютерных исследований процессов теплообмена при разработке изделий РКТ.;
- ПК-3 – Способен выполнять фундаментальные и прикладные работы поискового, теоретического и экспериментального характера при разработке новых материалов, технологий и устройств.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1 Знать фундаментальные законы природы, основные законы и понятия естественно-научных и инженерных дисциплин.

ИОПК-1.2 Уметь на основе знаний по профильным разделам математических и естественно-научных дисциплин формировать собственные суждения при решении конкретных задач теоретического и прикладного характера.

ИОПК-1.3 Владеть навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач в различных областях технической физики.

ИПК-1.1 Знает модели математического описания процессов теплообмена.

ИПК-1.2 Умеет использовать стандартные методики и разрабатывать новые подходы математического моделирования.

ИПК-1.3 Владеет теоретическими и численными методами исследований процессов теплообмена.

ИПК-3.1 Знает фундаментальные законы в области теплофизики и механики сплошных сред.

ИПК-3.2 Умеет проводить компьютерный эксперимент в области теплофизики и аэрогидродинамики.

ИПК-3.3 Умеет оформлять презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненных исследований.

2. Задачи освоения дисциплины

Приобретение знаний в области фундаментальных основ газовой динамики; подготовка бакалавров к использованию методов математического и физического моделирования газодинамических процессов на практике; приобретение бакалаврами практических навыков, необходимых для постановки и решения задач, связанных с исследованием течений газа в различных условиях.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Шестой семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: математический анализ, физика, методы математической физики, термодинамика. Освоение данной дисциплины необходимо для изучения, специальных разделов механики жидкости и газа, теории тепломассообмена, задач внутренней и внешней баллистики.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 часов, из которых:

-лекции: 48 ч.

-лабораторные: 18 ч.

-практические занятия: 18 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Вывод уравнений газодинамики.

Уравнения газодинамики в интегральной форме, запись балансных соотношений. Вывод и анализ системы уравнений в дифференциальной форме.

Тема 2. Поверхности сильного разрыва.

Типы поверхностей разрыва. Скорость перемещения и скорость распространения.. Условия динамической совместности. Виды поверхностей сильного разрыва и условия на них. Адиабата Ренкина- Гюгонио. Теорема Цемплена. Определение скорости распространения поверхности сильного разрыва.

Тема 3. Одномерные нестационарные течения, уравнения характеристик.

Одномерные неустановившиеся течения, вывод и анализ уравнений характеристик. Приближенный метод характеристик. Сильные разрывы в одномерных нестационарных потоках

Тема 4. Типовые задачи в рамках одномерной нестационарной модели.

Задача о движении газа в трубе под действием движущегося поршня с нулевой начальной скоростью, случай разрежения, отражение волны разрежения от жесткой стенки. Случай сжатия, образование поверхности сильного разрыва.

Тема 5. Задача о распаде произвольного разрыва.

Тема 6. Плоские стационарные течения

Система уравнения для плоских установившихся течений газа. Уравнение Бернулли (критическая скорость, выражение для вихря). Характеристики дифференциальных уравнений газовой динамики/ Безвихревое сверхзвуковое движение газа. Применение характеристик для решения безвихревых краевых задач /

Тема 7. Типовые задачи в рамках двумерной стационарной модели.

Система уравнения для плоских установившихся течений газа. Уравнение Бернулли (критическая скорость, выражение для вихря). Безвихревое сверхзвуковое движение газа. Применение характеристик для решения безвихревых краевых задач .

Обтекание выпуклой поверхности. Обтекание угла большего, чем π (угловой точки). Истечение газа из трубы Условия на поверхностях сильного разрыва в плоской стационарной задаче. Гипоцисоида и ее свойства. Прямой скачок уплотнения. Формула Прандтля. Вывод формулы Релея. Обтекание вогнутой поверхности. Обтекание угла меньшего π . Обтекание клина. Обтекание пластинки сверхзвуковым потоком газа.

9. Текущий контроль по дисциплине

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

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация в шестом семестре проводится в два этапа.

Первая часть представляет собой выполнение контрольных работ практического характера в письменной форме. Вторая часть в форме экзамена в устной форме по билетам. В экзаменационный билет включаются два вопроса из разных разделов курса. Продолжительность экзамена 1 час.

Структура экзамена соответствует компетентностной структуре дисциплине.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Понятие поверхности сильного разрыва.
2. Условия на поверхности сильного разрыва.
3. Классификация поверхностей сильного разрыва
4. Ударная адиабата
5. Теорема Цемплена
6. Уравнения характеристик для одномерного адиабатического течения.
7. Анализ течения газа в трубе под действием движущегося поршня.
8. Центрированная волна разрежения в одномерной задаче.
9. Ударная волна в одномерном нестационарном течении.
10. Общий анализ задачи распада произвольного разрыва.
11. Метод P-U диаграмм анализа задач о взаимодействии волн
12. Задача о взаимодействии ударных волн
13. Формы записи уравнений для плоских стационарных течений.
14. Интеграл Бернулли.
15. Уравнения характеристик для плоского стационарного течения.
16. Поверхности сильного разрыва в плоской стационарной задаче.
17. Ударная поляра.
18. Задачи обтекания в плоской стационарной задаче.

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

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Конспект лекций (Электронная версия).
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) Методические указания по проведению лабораторных работ.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

Основная литература:

1. Н. Е. Кочин, И. А. Кибель, Н. В. Розе. Теоретическая гидромеханика, т.1,2.

2. Л. Д. Ландау, Е.М. Лившиц. Теоретическая физика. Т. 6 Гидродинамика. 2012. 736с.

3. Л. В. Овсянников Лекции по основам газовой динамики

4. Миньков Л.Л., Шрагер Э.Р. Основные подходы к численному решению одномерных уравнений газовой динамики: учеб. пособие. – Томск: STT, 2016. – 136 с.

8) Дополнительная литература, программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Л.И. Седов. Механика сплошной среды. т.1,2 Издание 6. Изд-во Лань 2004. 1088с.

2. Я.Б.Зельдович и П. Райзер Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. Физматлит, 3008

3. Сборник задач по газовой динамике. Часть 1. Одномерные течения: учебное пособие / Сост. Е.И.Филатов, Г.Н. Чукурумова. Казань: Казанский государственный университет. 2005. – 51 с.

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/>

в) профессиональные базы данных (*при наличии*):

– Университетская информационная система РОССИЯ – <https://uisrussia.msu.ru/>

– Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) – <https://www.fedstat.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.

Лаборатории, оборудованная экспериментальной установкой

15. Информация о разработчиках

Шрагер Эрнст Рафаилович, доктор физико-математических наук, доцент; профессор кафедры математической физики ФТФ ТГУ