

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

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан
Л.В. Гензе

Рабочая программа дисциплины

Газовая динамика

по направлению подготовки / специальности

01.03.03 Механика и математическое моделирование

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:
Теоретическая, вычислительная и экспериментальная механика

Форма обучения

Очная

Квалификация

Механик. / Механик. Исследователь

Год приема

2024, 2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП
Л.В. Гензе

Председатель УМК
Е.А. Тарасов

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук и механики в профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ООПК-1.1 Знает типовые постановки задач математики и механики, классические методы решения, теоретические основы методов и границы их применимости

ООПК-1.2 Способен адаптировать известные математические методы для решения поставленной задачи в области математики и механики

ООПК-1.3 Способен провести решение поставленной задачи в области математики и механики с использованием полученных фундаментальных знаний и получить результат

2. Задачи освоения дисциплины

- Получить навык работы с научной литературой для формирования круга актуальных задач и проблем изучаемой дисциплины;

- Научиться корректно формулировать и выбирать оптимальный метод решения поставленной задачи;

- Освоить основные методы и подходы, используемые при физическом моделировании рассматриваемых явлений;

- Получить практические навыки работы на контрольно-измерительном оборудовании при решении поставленных задач;

- Научиться использовать методы физического и компьютерного моделирования, методами планирования эксперимента, теорией подобия и размерностей при решении поставленных задач.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

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

Седьмой семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам:

- Механика сплошных сред;
- Теоретическая механика;
- Дифференциальные уравнения;
- Численные методы;
- Программирование.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 32 ч.

-практические занятия: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Предмет газовой динамики. Основные свойства газов. Физическая модель газовой динамики.

Краткое содержание темы: Рассматривается история развития газовой динамики. Вводятся основные физические величины.

Тема 2. Приведённая скорость. Закон сохранения импульса.

Краткое содержание темы: Вводится понятие приведенной скорости, с учетом которой, выделяется ряд важных газодинамических соотношений.

Тема 3. Принцип устройства и работы прямоточного воздушно-реактивного двигателя (ПВРД).

Краткое содержание темы: Приводится упрощенная схема работы ПВРД. Рассматриваются подходы к оценке реактивной тяги двигателя.

Тема 4. Прямой скачок уплотнения. Одномерная волна разрежения.

Краткое содержание темы: Рассматривается задача движения поршня в канале.

Тема 5. Косой скачок уплотнения.

Краткое содержание темы: Рассматривается задача обтекания клина сжатия сверхзвуковым потоком газа.

Тема 6. Волны Прандтля-Майера.

Краткое содержание темы: Рассматривается задача обтекания клина разрежения сверхзвуковым потоком газа.

Тема 7. Взаимодействие косых скачков уплотнения разных знаков.

Краткое содержание темы: Рассматривается задача течения сверхзвукового газа в канале с сужающейся выходной частью (конфузор).

Тема 8. Взаимодействие волн разрежения разных знаков.

Краткое содержание темы: Рассматривается задача течения сверхзвукового газа в канале с расширяющейся выходной частью (диффузор).

Тема 9. Течения со свободной турбулентностью. Турбулентные струи.

Краткое содержание темы: Описывается опыт Рейнольдса. Приведена классификация струйных течений. Общие свойства струй. Изменение параметров по длине струи.

Тема 10. Теория сопла Лаваля.

Краткое содержание темы: Рассматривается задача течения дозвукового потока газа в канале, имеющем конфузорно-диффузорную вставку.

Тема 11. Одномерные стационарные и нестационарные течения газа. Основные уравнения в интегральной и дифференциальной формах.

Краткое содержание темы: Приводятся основные уравнения, которые описывают одномерное стационарное сверхзвуковое течение.

Тема 12. Двумерные стационарные и нестационарные сверхзвуковые течения газа. Метод характеристик для безвихревого течения. Метод характеристик для осесимметричных течений.

Краткое содержание темы: Дано описание использования метода характеристик применительно к безвихревым течениям.

Тема 13. Симметричное обтекание круглого конуса сверхзвуковым потоком газа.

Краткое содержание темы: Приводятся уравнения, описывающие обтекание круглого конуса сверхзвуковым потоком газа при различных числах Маха.

Тема 14. Теория пограничного слоя.

Краткое описание темы: Основные понятия пограничного слоя. Ламинарный пограничный слой. Переход от ламинарного к турбулентному режиму течения в пограничном слое. Турбулентный пограничный слой. Отрыв пограничного слоя. Взаимодействие пограничного слоя со скачками уплотнения. Течение жидкости в трубах.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, опроса обучающихся в ходе занятий, выполнения домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в седьмом семестре проводится в письменной форме по билетам с последующим устным ответом. Экзаменационный билет состоит двух вопросов, сформированных на основе лекционного материала и практических занятий. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

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

Критерии оценивания – оценка «отлично»: Уровень знаний соответствует программе подготовки дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы. Полностью раскрыта тема вопросов, указанных в билете.

Критерии оценивания – оценка «хорошо»: Уровень знаний соответствует программе подготовки дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы. Тема, по которой сформирован вопрос, раскрыта не полностью.

Критерии оценивания – оценка «удовлетворительно»: Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок. Плохо разбирается в вопросах билета.

Критерии оценивания – оценка «неудовлетворительно»: Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеются грубые ошибки в изложении материала при ответе на билет.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=37859>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) Методические пособия.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература:
 - Черный Г.Г. Газовая динамика. – М.: Наука, 1988
 - Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1987
 - Эммонс Г. Основы газовой динамики. – М.: Изд-во иностр. лит., 1963. – 703 с.
 - Овсянников Л.В. Лекции по основам газовой динамики. – М.: Наука, 1981. – 368 с.
 - Христианович С.А., Гальперин В.Г., Миллионщиков М.Д., Симонов Л.А. Прикладная газовая динамика. – М.: Изд-во ЦАГИ, 1948. – 145 с.
 - Крайко А.Н. Теоретическая газовая динамика. – М.: МФТИ, 2007. — 300 с.
- б) дополнительная литература:
 - Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика – М.: Наука, 1969.
 - Крайко А.Н. Теоретическая газовая динамика: классика и современность – Москва: Торус Пресс, 2010.
 - Гришин А. М. Введение в механику сплошных реагирующих сред: [учебное пособие].– Томск : Издательство Томского университета, 2008. – 217 с.
- 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 On-eNote, 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>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий с доской и проектором.

15. Информация о разработчиках

Агафонцев Михаил Владимирович, к.ф.-м.н., без ученого звания, Томский государственный университет, кафедра физической и вычислительной механики ММФ, доцент.