

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

**Газовая динамика**

по направлению подготовки

**01.04.03 Механика и математическое моделирование**

Направленность (профиль) подготовки :  
**Механика жидкости, газа и нефтегазотранспортных систем**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2024, 2025**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
А.М. Бубенчиков

Председатель УМК  
Е.А. Тарасов

Томск – 2024

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы механики и математики.

ОПК-3 Способен разрабатывать новые методы экспериментальных исследований и применять современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Формулирует поставленную задачу, пользуется языком предметной области, обоснованно выбирает метод решения задачи.

ИОПК 1.1 Анализирует актуальные и значимые проблемы механики и математического моделирования, и существующие подходы к их решению.

ИОПК 3.1 Применяет методы физического моделирования, планирования эксперимента, теории подобия и размерностей в процессе проведения экспериментальных исследований.

ИОПК 3.2 Применяет как классические методы, так и современное экспериментальное оборудование при проведении экспериментов.

ИОПК 3.3 Ставит/проводит эксперимент на основе сформулированной физической модели явления, анализирует и обобщает полученные экспериментальные результаты.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

К ИОПК 1.1:

– Научиться корректно формулировать и выбирать оптимальный метод решения поставленной задачи.

К ИОПК 1.1:

– Получить навык работы с научной литературой для формирования круга актуальных задач и проблем изучаемой дисциплины.

К ИОПК 3.1:

– Освоить основные методы и подходы, используемые при физическом моделировании рассматриваемых явлений.

К ИОПК 3.2:

– Получить практические навыки работы на контрольно-измерительном оборудовании.

К ИОПК 3.3:

– 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 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Первый семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

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

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:  
-лекции: 16 ч.

-практические занятия: 16 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 реактивно 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 разряжения 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 разряжения разных знаков.

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

Тема 9. Течения со свободной турбулентностью.

Краткое содержание темы: Описывается опыт Рейнольдса. Приведена классификаций струйных течений.

Тема 10. Теория сопла Лаваля.

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

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

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

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Экзамен в первом семестре проводится в форме защиты рефератов. Продолжительность экзамена составляет 2,5 часа. Обучающимся предлагается самостоятельно разобрать одну из предложенных тем и подготовить реферат. В ходе ответа обучающегося проверяются компетенции, соответствующие ИОПК 1.1, ИОПК 1.1, ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИОПК 3.3.

Список примерных тем рефератов:

1. Научные школы газовой динамики.
  2. Система уравнений механики сплошной среды. Влияние радиационного излучения.
  3. Физический смысл отдельных членов уравнений движения и уравнения энергии.
- Типы граничных условий. Критерии подобия.
4. Модели жидких и газообразных сред.
  5. Переход от ламинарного течения к турбулентному. Осреднение по Рейнольдсу.
  6. Турбулентность. Опыт Рейнольдса. Уравнение Рейнольдса.
  7. Понятие о пограничном слое. Течение на плоской пластине.
  8. Теория распространения звука.
  9. Методы исследования сверхзвуковых потоков.
  10. Струйные течения при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях истечения газа.

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 реферата.

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

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

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

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «IDo» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=6366>
- 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 лекционного типа.

### **15. Информация о разработчиках**

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