

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Рабочая программа дисциплины

**Газодинамика**

по направлению подготовки / специальности

**24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика**

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:  
**Баллистика и гидроаэродинамика**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер, инженер-разработчик**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Е.И. Борзенко

К.С. Рогаев

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2024

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин, применять методы математического моделирования, теоретических и экспериментальных исследований

ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.1 Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы

РООПК-1.2 Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

РООПК-2.1 Знает методику выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и методику привлечения физико-математического аппарата и современные компьютерных технологий для их решения

РООПК-2.2 Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии

## **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 Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

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 компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: математический анализ, физика, математическая физика, термодинамика.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

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

-лекции: 32 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.

Описание задачи о распаде произвольного разрыва. Применение.

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  $\pi$  (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  $\pi$  . Обтекание клина. Обтекание пластинки сверхзвуковым потоком газа.

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, коллоквиумов 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 шестом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух вопросов. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

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 «iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=24707>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

### а) 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.

### б) дополнительная литература:

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 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>
  - 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.

Лаборатория, оборудованная экспериментальной установкой.

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

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