

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан

Ю.Н. Рыжих
« 24 » 20 23 г.

Рабочая программа дисциплины

Прикладная газовая динамика

по направлению подготовки

15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль) подготовки :
Моделирование робототехнических систем

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2023

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.02.03

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП


Г.Р. Шрагер

Председатель УМК


В.А. Скрипняк

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Знать теорию и основные законы в области естественнонаучных и инженерных дисциплин.

ИОПК 1.2 Уметь применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

ИОПК 1.3 Уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

2. Задачи освоения дисциплины

– Получить знания физических процессов и закономерностей, происходящих при течениях вязкой жидкости, течениях вязкой жидкости в пограничном слое (динамическом и тепловом), в турбулентных течениях и моделях их описания;

– Научиться решать задачи гидрогазодинамики, заниматься математическим моделированием прикладных задач науки;

– Владеть теоретическими знаниями в области гидрогазодинамики вязкой жидкости, теории пограничного слоя, системным подходом при моделировании прикладных задач науки и техники в области гидрогазодинамики.

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

Третий 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 5 з.е., 180 часов, из которых:

-лекции: 18 ч.

-лабораторные: 26 ч.

в том числе практическая подготовка: 26 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение. Вязкое течение. Погранслои.

Основные понятия и определения. Вязкое течение жидкости и газа. Погранслои и его характеристики. Течения Куэтта и Хагена-Пуазейля. Система уравнений Навье-Стокса

Тема 2. Система уравнений для погранслоя. Управление погранслоем.
Уравнения Прандтля для ПС. Отрыв ПС. Управление ПС. Отсасывание ПС.
Характерные толщины ПС.

Тема 3. Трехмерные погранслои.

Осесимметричные и трехмерные ПС. Течение вблизи вращающегося диска.
Вращение жидкости над неподвижным основанием. ПС на скользящем цилиндре.
Вторичные течения

Тема 4. Температурный погранслой.

Понятие о температурном (тепловом) ПС. Уравнение энергии движущейся частицы жидкости. Система уравнений температурного ПС (частные случаи). Теория подобия в теплопередаче.

Тема 5. Турбулентное течение.

Турбулентные течения несжимаемой жидкости. Неустойчивость ламинарных режимов течений, переходные явления. Переходные явления в погранслое. Осредненное и пульсационное движение. Дополнительные турбулентные напряжения. Уравнения Рейнольдса для турбулентного течения. «Путь перемешивания» Прандтля. Гипотеза подобия Кармана.

Тема 6. Турбулентное течение в трубах.

Турбулентное течение в трубах. Законы распределения скоростей

Тема 7. Течение газа с трением.

Одномерное адиабатическое течение газа с трением. Кризис течения. Течение в трубе постоянного сечения

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения лабораторных работ и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в третьем семестре проводится в письменной форме по билетам (проверяющих ИОПК-1.1, ИОПК-1.2, ИОПК-1.3). Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Перечень вопросов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Сжимаемость. Течения Куэтта, Хагена-Пуазейля.
2. Пограничный слой, его характеристики.
3. Уравнения Навье-Стокса, как уравнение переноса вихрей.
4. Уравнения Прандтля для пограничного слоя.
5. Явление отрыва погранслоя. Управление погранслоем.
6. Характерные толщины погранслоя ($\delta_1, \delta_2, \delta_3$).
7. Картина течения жидкости вблизи вращающегося диска.
8. Картина течения при вращении жидкости над неподвижным основанием.
9. Понятие температурного погранслоя. Уравнения температурного погранслоя.
10. Уравнение энергии движущейся частицы жидкости. Критерии подобия в теплопередаче.
11. Неустойчивость ламинарных режимов течения. Переходные явления, возникновение турбулентности.
12. Переходные явления в погранслоях.
13. Осредненное и пульсационное течение, дополнительные турбулентные напряжения.
14. Подход Рейнольдса для описания турбулентного течения. Уравнения Рейнольдса.
15. Гипотезы Прандтля и Кармана.

16. Турбулентное течение в трубах.

17. Одномерное течение с трением в цилиндрической трубе.

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

Оценка	Уровень владения темой
неудовлетворительно	<ul style="list-style-type: none">○ грубые ошибки в знании основных положений и понятий в области конструкционной прочности, направленности профессионального образования (прикладная механика);○ отсутствие знаний основных положений физических основ области конструкционной прочности, умения оперировать ими;○ недостаточное владение научным стилем речи;○ не умение защитить ответы на основные вопросы.
удовлетворительно	<ul style="list-style-type: none">○ удовлетворительные знания основных понятий в области физических основ области конструкционной прочности компьютерного инжиниринга, умение оперировать ими, умение оперировать ими, неточности знаний;○ удовлетворительная степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов теории пластичности, раскрытия темы;○ посредственные ответы на вопросы.
хорошо	<ul style="list-style-type: none">○ хорошие знания основных положений в области физических основ области конструкционной прочности, умение оперировать ими, демонстрируются единичные неточности;○ достаточная степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов , раскрытия темы, демонстрируются единичные неточности;○ единичные (негрубые) стилистические и речевые погрешности;○ умение защитить ответы на основные вопросы;○ хорошее владение научным стилем речи
отлично	<ul style="list-style-type: none">○ глубокие знания основных понятий в области физических основ области конструкционной прочности, умение оперировать ими;○ высокую степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов, раскрытия темы;○ отличное умение представить основные вопросы в научном контексте;○ отличное владение научным стилем речи

11. Учебно-методическое обеспечение

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

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. В 2^х ч. Изд. 5. М.: Наука, 1991, 597 с.
2. Архипов В.А., Усанина А.С. Движение частиц дисперсной фазы в несущей среде: Учебн. пособие.- Томск: Изд-во Том. ун-та, 2014. - 252с.
3. Архипов В.А., Усанина А.С. Движение аэрозольных частиц в потоке: Учебн. пособие.- Томск: Изд-во Том. ун-та, 2013. -92с

б) дополнительная литература:

1. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1974, 711 с.
2. Рейнольдс А. Турбулентные течения в инженерных приложениях. М.: Энергия, 1979, 408 с.
3. Рахматуллин Х.А. и др. Газовая динамика. М.: Высшая школа, 1965, 722 с.
4. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1973, 847с.
5. Кременецкий Н.Н. и др. Гидравлика. М.: Энергия, 1981, 424 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/>

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

Бутов Виктор Григорьевич, доктор физико-математических наук, профессор, кафедры прикладной аэромеханики физико-технического факультета, профессор