

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

Численные методы в аэродинамике

по направлению подготовки

24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль) подготовки:

Баллистика и гидроаэродинамика

Форма обучения

Очная

Квалификация

Инженер, инженер-разработчик

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

К.С. Рогаев

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-7 Способен нести ответственность за принятие решений по части или всем сложным видам инженерной деятельности

ПК-2 Способен проводить наблюдения и измерения, составлять их описания и формулировать выводы

ПК-3 Математическое описание объектов исследования – разработка алгоритмов

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-7.2 Умеет выбирать средства и технологии, в том числе с учетом последствий их применения в профессиональной сфере, определять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования

РОПК-2.1 Знает цели и задачи проводимых исследований и разработок

РОПК-2.2 Умеет применять методы проведения экспериментов

РОПК-3.1 Знает основы информационных технологий в области информационно телекоммуникационной сети «Интернет»

РОПК-3.2 Умеет применять фундаментальные научные знания в качестве основы инженерной деятельности

2. Задачи освоения дисциплины

– овладение студентами фундаментальными основами знаний теории и практики исследований в области аэродинамики, методами расчета движения газа около твердого недеформируемого тела при до- и сверхзвуковых скоростях в рамках различных газодинамических подходов с определением области применения того или иного метода, методами расчета сил и моментов, действующих на летательный аппарат во время полета.

– Подготовка их к решению комплекса задач, связанных с построением математических моделей и определением характеристик летательных аппаратов, проведением расчетных работ, анализа состояния исследуемого вопроса и определения направления исследований.

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

Восьмой семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Физика», «Математический анализ», «Теоретическая механика», «Информатика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Математическая физика».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 10 ч.

-практические занятия: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Задачи исследования течений газа около твердого тела. Соотношение газодинамического и экспериментального подходов. Аэродинамические силы и моменты. Силовое воздействие газа на движущееся в нем тело. Законы подобия и размерностей в аэродинамике. Основные соотношения для аэродинамических характеристик в условиях подобия.

Тема 2. Приближенные аналитические методы. Метод "местных конусов". Метод "ньютонова торможения". Ограничения приближенных аналитических методов.

Тема 3. Метод характеристик. Задача Коши. Уравнения характеристик. Схема решения газодинамических задач методом характеристик.

Тема 4. Конечно-разностные методы. Методы построения разностных схем для уравнений газовой динамики. Схемы Лакса, Лакса-Вендрофа, Годунова. Методы "расщепления" в задачах газовой динамики. Подход Эйлера-Лагранжа-Харлоу.

Тема 5. Нестационарная аэродинамика. Неустановившееся сверхзвуковое обтекание тел. Свойства аэродинамических производных. Приближенные методы определения нестационарных аэродинамических характеристик. Гипотезы гармоничности и стационарности.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ по лекционному материалу, выполнения лабораторно-практических работ, 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 восьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. 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=22477>

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

в) План практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Краснов Н. Ф. Аэродинамика: учебник для вузов. Ч. 1. Основы теории. Аэродинамика профиля и крыла / Н. Ф. Краснов. – Изд. 6-е. – Москва: URSS, 2018. 496 с.
2. Краснов Н. Ф. Аэродинамика: учебник для вузов. Ч. 2. Методы аэродинамического расчета / Н. Ф. Краснов. – Москва: URSS, 2021. 412 с.
3. Богоряд И.Б. Введение в динамику ракет. – Томск: изд-во Том. Ун-та, 2013. – 136с. <https://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000467066>
4. Зализняк В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений: учебник и практикум / В. Е. Зализняк. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2016. – 356 с.
5. Абакумов М. В. Лекции по численным методам математической физики: учебное пособие / М. В. Абакумов, А. В. Гулин; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Факультет вычислительной математики и кибернетики. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 157 с.: ил.
6. Башкин В. А. Численное исследование задач внешней и внутренней аэродинамики / В. А. Башкин, И. В. Егоров. – М.: Физматлит, 2013. – 331 с.

б) дополнительная литература:

1. Тихонов А. Н. Уравнения математической физики: [учебное пособие для вузов] / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. – Изд. 5-е, стереотип. – М.: Наука, 1977. – 735 с.
2. Рихтмайер Р. Разностные методы решения краевых задач / Р. Рихтмайер, К. Мортон; под ред. Б. М. Будака, А. Д. Горбунова. – М.: Мир, 1972. – 418с.
3. Ковеня В. М., Яненко Н.Н. Метод расщепления в задачах газовой динамики / В. М. Ковеня, Н. Н. Яненко; отв. ред. Ю. И. Шокин. – Новосибирск: Наука, 1981. – 304с.
4. Арсенин В. Я. Методы математической физики и специальные функции: учебное пособие для студентов вузов. – М.: Наука, 1974. – 432 с.
5. Численное решение многомерных задач газовой динамики / С. К. Годунов, А. В. Забродин, М. Я. Иванов [и др.]; под ред. С. К. Годунова. – М.: Наука, 1976. – 400 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- Все виды информационных ресурсов Научной библиотеки ТГУ.
- Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» <https://cyberleninka.ru>
- Образовательная платформа «Юрайт» <https://urait.ru>
- НЭБ - Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru>
- Информационные источники сети Интернет.
- Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система. <http://www.consultant.ru>

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.);
- публично доступные среды программирования (MS Visual Studio Community, C++Builder Community Edition, Eclipse IDE 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/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий практического 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

Биматов Владимир Исмагилович, док. физ.-мат. наук, профессор кафедры баллистики и гидроаэродинамики ФТФ ТГУ.

Ушакова Ольга Владимировна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры баллистики и гидроаэродинамики ФТФ НИ ТГУ.