

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

Математическое моделирование в физических процессах

по направлению подготовки

16.04.01 Техническая физика

Направленность (профиль) подготовки:

Компьютерный инжиниринг высокоэнергетических систем

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

А.Ю. Крайнов

А.В. Шваб

Л.Л. Миньков

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе технической физики;.

ОПК-4 Способен вскрыть физическую, естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе осуществления профессиональной деятельности, проводить их качественный и количественный анализ.

ПК-1 Способен составлять теплофизические модели профессиональных задач по определению теплового режима на практике, находить способы их решения и интерпретировать профессиональный, физический смысл полученного математического результата.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 2.1 Знать фундаментальные законы природы, основные законы и понятия естественно- научных и инженерных дисциплин.

ИОПК 2.2 Уметь на основе знаний по профильным разделам математических и естественно-научных дисциплин формировать собственные суждения при решении конкретных задач теоретического и прикладного характера.

ИОПК 2.3 Владеть навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач в различных областях технической физики.

ИОПК 4.1 Знать естественнонаучную сущность основных процессов в избранной области технической физики.

ИОПК 4.2 Уметь использовать методы качественного и количественного анализа для выявления физических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.

ИОПК 4.3 Владеть методиками анализа проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности в избранной области технической физики.

ИПК 1.1 Знать фундаментальные законы теплофизики и их математическое описание применительно к определению тепловых режимов РКТ.

ИПК 1.2 Уметь составлять математические модели профессиональных задач в области теплофизики и находить способы их решения.

ИПК 1.3 Владеть навыками численного, компьютерного моделирования задач теплофизики и анализа и интерпретации получаемых результатов.

2. Задачи освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент получит знания по классическим задачам математической физики, освоит способы получения уравнений гидродинамики и газовой динамики, теплофизики, будет знать способы постановки для них задач различного уровня сложности, освоит приемы их численного решения с использованием экономичных алгоритмов, научится выбирать такие алгоритмы в зависимости от постановки и типа задачи.

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

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 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 8 ч.

-практические занятия: 14 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Уравнения математической технической физики. Система уравнений Навье-Стокса. Система уравнений газовой динамики. Система уравнений низкотемпературной плазмы. Уравнения теплофизики.

Тема 2. Постановка задач для уравнений Навье-Стокса. Уравнения Навье-Стокса при малых числах Рейнольдса. Постановка типичных задач. Теоремы единственности.

Тема 3. Постановка задач для уравнений газовой динамики. Характеристики одномерных нестационарных уравнений. Постановка задач для одномерных нестационарных уравнений газовой динамики. Характеристики двумерных стационарных уравнений. Постановка двумерных стационарных задач.

Тема 4. Постановка задач для уравнений теплопроводности и диффузии многокомпонентных сред. Теоремы единственности для решения задач теплопроводности и диффузии. Особенности постановки задач теплообмена в средах с разрывом параметров. Постановка граничных условий при диффузии многокомпонентных сред.

Тема 5. Постановка задач для течений газа и жидкости с частицами. Уравнения движения и теплообмена частиц в жидкости и газе. Система уравнений двухфазного течения газа с частицами и ее характеристические свойства. Постановки задач для этой системы.

Тема 6. Численные методы решения задач математической физики и постановки задач. Понятие корректно поставленной задачи. Аппроксимация и устойчивость численного решения. Теорема Лакса. Ошибки аппроксимации и их роль в сходимости численного решения к точному решению поставленной задачи. Связь требований корректности поставленной задачи с ее численным решением

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий, выполнения элементов курса в образовательной электронной среде, 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

Зачет в первом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность зачета 1 час.

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=22447>

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

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Липанов А.М. Теоретическая гидромеханика ньютоновских сред \М.: Наука, 2011, 543 с. 6. Райзер Ю.П. Введение в гидрогазодинамику и теорию ударных волн для физиков. Инфра-М. 2011. 432 с.
2. Данилов, Н.Н. Математическое моделирование: учебное пособие: учебное пособие. —Кемерово : Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2014. — 98 с.
3. Горлач, Б.А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация: учебное пособие / Б.А. Горлач, В.Г. Шахов. СПб.: Лань, 2016. — 292 с.
4. Маликов, Р.Ф. Основы математического моделирования: учебное пособие. М. : Горячая линия-Телеком, 2010. — 368 с.
5. Владимиров В.С. Уравнения математической физики.\М.: Наука, 2003, 500 с.

б) дополнительная литература:

1. Годунов С.К. Уравнения математической физики\М.:Наука,1974, 416 с.
2. Курант Р. Гильберт Д. Уравнения математической физики \ М.:ОГИЗ,1945, 620 с.
3. Шварц Л. Математические методы для физических наук \ М.: Мир,1965, 412 с.
4. Рихтмайер Р. Принципы современной математической физики.\М.:Мир,1982, 486с.
5. Курант Р. Фридрихс К. Сверхзвуковые течения и ударные волны.\М.: Изд.Ин-лит.,1958, 560 с.
6. Ладыженская О. Краевые задачи математической физики.\М.: Наука,1973, 407с.
7. Тихонов А.Н. Самарский А.В. Уравнения математической физики.\М.: Наука, 1977, 735 с.
8. Арсенин В.Я. Методы математической физики и специальные функции.\М.: Наука ,2000, 431 с.
9. Владимиров В.С. Уравнения математической физики.\М.: Наука, 2003, 500 с.
10. Самарский А.А. Введение в теорию разностных схем. \М.: Наука, 1971, 412 с.
11. Роуч П. Вычислительная гидродинамика.\М.: Мир, 1980, 616 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 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.).

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 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.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Крайнов Алексей Юрьевич, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой математической физики ФТФ ТГУ