

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

Пакеты прикладных программ для решения задач гидрогазодинамики

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

ОПК-8 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач

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

ПК-3 Математическое описание объектов исследования – разработка алгоритмов

БК-1 Способен применять общие и специализированные компьютерные программы при решении задач профессиональной деятельности

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОБК-1.1 Знает правила и принципы применения общих и специализированных компьютерных программ для решения задач профессиональной деятельности

РОБК-1.2 Умеет применять современные ИТ-технологии для сбора, анализа и представления информации; использовать в профессиональной деятельности общие и специализированные компьютерные программы

РООПК-7.1 Знает оценки эффективности результатов профессиональной деятельности

РООПК-8.1 Знает методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации

РООПК-8.2 Умеет решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации

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

- Освоить пакеты прикладных программ с открытым исходным кодом в ОС Linux.
- Научиться выполнять построение твердотельных моделей в пакете Salome.
- Научиться выполнять построение расчетной сетки в пакете Salome.
- Научиться выполнять построение расчетной сетки с использованием утилит blockMesh и snappyHexMesh в пакете OpenFOAM.
- Научиться применять утилиты и решатели пакета OpenFOAM для решения прикладных задач.
- Научиться обрабатывать и визуализировать результаты расчетов с использованием пакета ParaView.

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

Девятый семестр, зачет с оценкой

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, Теоретическая механика, Информатика, Инженерная и компьютерная графика.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

-лекции: 18 ч.

-практические занятия: 18 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Настройка окружения

Знакомство с командной строкой Linux. Установка пакетов OpenFOAM, Salome и ParaView.

Тема 2. Salome Geometry

Знакомство с модулем Geometry пакета Salome. Изучение инструментов для построения твердотельных трехмерных моделей.

Тема 3. Salome Mesh

Знакомство с модулем Mesh пакета Salome. Изучение инструментов для построения расчетных сеток – гексаэдральных и тетраэдральных.

Тема 4. icoFoam OpenFOAM

Знакомство со структурой пакета OpenFOAM. Запуски тестовых задач. Построение расчетной области в Salome и ее импортирование в кейс задачи OpenFOAM.

Тема 5. damBreak OpenFOAM и Salome

Написание скрипта Python для автоматизированного создания расчетной области и сетки в Salome. Исследование на сеточную сходимость задачи, на примере двух фазной задачи – падение столба воды. Распараллеливание задачи в OpenFOAM.

Тема 6. hopper OpenFOAM

Лагранжев траекторный подход. Решение задачи песочных часов с использованием Salome и OpenFOAM.

Тема 7. blockMesh OpenFOAM дорожка Кармана

Изучение утилиты blockMesh. Решение задачи вихревой дорожки Кармана.

Тема 8. rhoPimpleFoam OpenFOAM сопло и струя

Пример решения задачи газовой динамики, течение газа в сопле и струе в осесимметричной постановке.

Тема 9. motorBike OpenFOAM simpleFoam

Изучение утилиты snappyHexMesh. Пример решения трехмерной задачи обтекания мотоциклиста.

Тема 10. snappyHexMesh OpenFOAM

Применение утилиты snappyHexMesh для автоматизированной постройке гексаэдральной расчетной сетки для произвольных твердых тел. Написание bash скриптов.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения индивидуальных заданий, 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 с оценкой в девятом семестре проводится в письменной форме. В билете два теоретических вопроса. Продолжительность зачета с оценкой 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=32737>

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

в) План с практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Toro E. F. Riemann solvers and numerical methods for fluid dynamics / E. F. Toro. – Berlin: Springer-Verlag, 2009. – 724 p.

– Roos Launchbury D. Unsteady Turbulent Flow Modelling and Applications / D. Roos Launchbury. – Berlin: Springer Vieweg, 2016. – 84 p.

– Пантакар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости: пер. с англ. / С. Пантакар. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152 с.

– Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газ: учеб. для вузов: 7-е изд., испр. / Л. Г. Лойцянский. – М.: Дрофа, 2003. – 840 с.

– Абрамович Г. Н. Прикладная газовая динамика: в 2 ч.: учеб. руководство для вузов: 5-е изд., перераб. и доп. / Г. Н. Абрамович. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. – Ч. 1 – 600 с.

– Страуструп Б. Язык программирования Си++: научное издание / Б. Страуструп; пер. с англ.: М. Г. Пиголкин, В. А. Яницкий. - М: Радио и связь, 1991. - 348 с.

– Немнюгин С. А. Эффективная работа: UNIX / Сергей Немнюгин, Михаил Чаунин, Андрей Комолкин. - СПб. [и др.]: Питер [и др.], 2003. - 682 с.

– Курячий Г. Операционная система Linux. Курс лекций. Учебное пособие / Г. Курячий, К. Маслинский. - М: ДМК Пресс, 2016. - 510 с.

б) дополнительная литература:

- Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. VI. Гидродинамика. – М.: Наука, 1988. – 736 с.
- Jasak H. Error analysis and estimation in the Finite Volume method with applications to fluid flows: PhD Thesis / H. Jasak. – London: University of London, 1996. – 394 p.
- Ковеня В. М. Методы конечных разностей и конечных объемов для решения задач математической физики: учеб. пособие / В. М. Ковеня, Д. В. Чирков. – Новосибирск: НГУ Мех.-мат. фак., 2013. – 86 с.
- Смирнов Е. М. Метод конечных объемов в приложениях к задачам гидрогазодинамики и теплообмена в областях сложной геометрии / Е. М. Смирнов, Д. К. Зайцев // Научно-технические ведомости. – 2004. – №2. – С. 1-22.
- Ferziger J. H. Computational methods for fluid dynamics / J. H. Ferziger, M. Peric. – Berlin: Springer-Verlag, 1996. – 356 p.
- Джонс Р. Программируем на СИ / Пер. с англ. и предисл. М. Л. Сальникова, Ю. В. Сальниковой. – М.: ЮНИТИ, Компьютер, 1994. – 236 с.
- Петерсен Р. Энциклопедия Linux: [Руководство: Пер. с англ.] / Ричард Петерсен. – 4-е изд. – СПб. и др.: Питер: BHV, 2002. – 1004 с.
- Moukalled F. The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics / F. Moukalled, L. Mangani, M. Darwish. – Berlin: Springer International Publishing, 2015. – 791 p.

в) ресурсы сети Интернет:

- Официальный сайт The OpenFOAM Foundation - <http://openfoam.org>
- Официальный сайт The OpenFOAM Foundation - <http://openfoam.com>
- Официальный сайт ParaView - <https://www.paraview.org/>
- Официальный сайт Salome - <https://www.salome-platform.org/>
- Официальный сайт ОС Ubuntu - <https://ubuntu.com/>
- Не официальная страница wiki OpenFOAM - <https://openfoamwiki.net/>
- Группа OpenFOAM в ВК - <https://vk.com/openfoam>
- Онлайн сервис по CFD - <https://www.cfd-online.com/>
- 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 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/>
- 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

Кагенов Ануар Магжанович, кандидат физико-математических наук, кафедра прикладной аэромеханики Физико-технического факультета, доцент.