

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**

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-6 Способен осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов;

ПК-2 Способен самостоятельно применять знания на практике, в том числе составлять математические модели профессиональных задач, находить способы их решения, интерпретировать физический смысл полученного математического результата и документировать его в виде отчета.

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 6.1 Знать современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач в избранной области технической физики.

ИОПК 6.2 Уметь составлять практические рекомендации по использованию полученных теоретических, расчётных и экспериментальных результатов.

ИОПК 6.3 Владеть методикой проведения физико-математических исследований явлений и процессов в избранной области технической физики.

ИПК 2.1 Знать способы математического моделирования в области вычислительной теплофизики, аэрогазодинамики, теории горения

ИПК 2.2 Уметь составлять математические модели профессиональных задач и находить способы их решения

ИПК 2.3 Владеть навыками анализа и интерпретации результатов математического моделирования

## **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 обязательной части образовательной программы.

#### **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Первый 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.

#### **6. Язык реализации**

Русский

#### **7. Объем дисциплины**

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

-лекции: 24 ч.

-практические занятия: 24 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 импортное 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 домашних 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 первом семестре проводится в виде теста. Тест содержит 10 вопросов.

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.

### 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 газа : 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. – 736с.

- 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/>

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- ОС Linux Ubuntu;
- OpenFOAM;
- ParaView;
- Salome;
- GnuPlot;
- публично доступные облачные технологии (Sourceforge).

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.

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

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