

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

Проблемы турбулентности в аддитивной газовой технологии

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-5 Способен осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, участвовать в научной и инновационной деятельности.

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 5.1 Знать основные подходы к научному поиску и разработке новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач в избранной области технической физики.

ИОПК 5.2 Уметь анализировать и подготавливать научные материалы для выступлений на конференциях, выставках и презентациях.

ИОПК 5.3 Владеть методиками профессионального роста, активного участия в научной и инновационной деятельности.

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 аппарат современного представления об имеющихся подходах и методах моделирования турбулентного течения в аппаратах аддитивной газовой технологии.

– Научиться применять понятийный аппарат гибридных методов математического моделирования внутренней и внешней турбулентности и методов математического моделирования турбулентности при проектировании сложного технологического оборудования.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Профессиональный модуль «Аддитивные технологии и компьютерное моделирование в технической физике».

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

Первый 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: 10 ч.

-практические занятия: 14 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Основы моделирования турбулентности.

Энергетический спектр турбулентности. Трудности прямого численного моделирования. Модели турбулентности: достоинства и недостатки.

Тема 2. Метод моделирования крупных вихрей.

Проблемы фильтрации уравнений. Выбор подсеточной модели турбулентности. Гибридные методы. Метод отсоединенных вихрей. Проблемы пристеночной области течения.

Тема 3. Новые гибридные методы моделирования турбулентности.

Вопросы согласования границы областей с разными моделями расчета турбулентных течений.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, 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 первом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. 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=24762>

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:

– Рейзлин В. Математическое моделирование. Учебное пособие. – М.: Юрайт, 2016. – 128 с.

– Волков К.Н., Емельянов В.Н., Зазимко В.А. Турбулентные струи - статистические модели и моделирование крупных вихрей. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 359 с.

- Волков К.Н., Емельянов В.Н. Моделирование крупных вихрей в расчётах турбулентных течений. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 368 с.
- Юн А.А. Теория и практика моделирования турбулентных течений. - М.: «ЛИБРОКОМ», 2009. – 272 с.

б) дополнительная литература:

- Федоткин И.М. Математическое моделирование технологических процессов: Учебное пособие. Изд. 2-е. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 416 с.
- Фриш У. Турбулентность. Наследие А.Н. Колмогорова. / Пер. с англ. Под ред. М.Л. Бланка. - Москва, Фазис, 1998. – 344 с.
- Электронный ресурс «Turbulence Modeling Resource» / Режим доступа: turbmodels.larc.nasa.gov
- Гарбарук А.В. Моделирование турбулентности в расчетах сложных течений: учебное пособие / А.В. Гарбарук, М.Х. Стрелец, М.Л. Шур – СПб: Изд-во Политехн. Унта, 2012. – 88 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- Научная электронная библиотека e-library.ru: <http://elibrary.ru/>;
- Электронная библиотека ТГУ: <http://www.lib.tsu.ru/ru>;
- Электронный ресурс SPIE Digital Library: <http://www.spiedigitallibrary.org>;
- Электронный ресурс ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com/>;
- Электронный ресурс SpringerLink: <http://link.springer.com/>.

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 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

Брендаков Владимир Николаевич, д.ф.-м.н., доцент, кафедра прикладной аэромеханики, профессор.