

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Л. В. Гензе

Рабочая программа дисциплины

**Механика сплошных сред**

по направлению подготовки / специальности

**01.03.03 Механика и математическое моделирование**

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:  
**Теоретическая, вычислительная и экспериментальная механика**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Механик. / Механик. Исследователь**

Год приема

**2024, 2025**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Л.В. Гензе

Председатель УМК

Е.А. Тарасов

Томск – 2024

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук и механики в профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.1 Знает типовые постановки задач математики и механики, классические методы решения, теоретические основы методов и границы их применимости

РООПК-1.2 Способен адаптировать известные математические методы для решения поставленной задачи в области математики и механики

РООПК-1.3 Способен провести решение поставленной задачи в области математики и механики с использованием полученных фундаментальных знаний и получить результат

## **2. Задачи освоения дисциплины**

1. Приобретение знаний о принципах построения математических моделей физико-механических явлений и процессов. Приобретение знаний о замкнутых математических постановках задач механики сплошных сред и методах их анализа и решения.

2. Формирование умений анализировать сделанную математическую постановку, линеаризовать поставленную нелинейную задачу механики сплошных сред для ее предварительного исследования.

3. Развитие навыков математической постановки и решения задач различных разделов механики сплошных сред, навыков использования практических приемов и методов решения задач классических разделов механики сплошных сред.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Четвертый семестр, экзамен

Пятый семестр, экзамен

Шестой семестр, курсовая работа

Шестой семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: теоретическая механика, математический анализ.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 19 з.е., 684 часов, из которых:

-лекции: 176 ч.

-практические занятия: 160 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## 8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение. Основные понятия и определения. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Первый закон термодинамики. Формула Майера. Применение первого закона термодинамики к некоторым термодинамическим процессам.

Краткое содержание темы: Студент знакомится с основными понятиями и определениями механики сплошных сред и термодинамики, уравнениями состояния идеального и реального газов, первым началом термодинамики и его применением.

Тема 2. Второй закон термодинамики. Теорема Карно. Пределы применимости второго закона термодинамики. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори. Понятие о термодинамических циклах и тепловой машине Карно. Третий закон термодинамики. Шкалы температур.

Краткое содержание темы: Студент знакомится со вторым началом термодинамики, его применимостью и рядом следствий. Разбирается вопрос о направлении термодинамических процессов и термодинамических циклах. На примере тепловой машины Карно и цикла Карно рассматриваются теоретические основы тепловых машин. Вводится понятие температуры и постулируется третье начало термодинамики.

Тема 3. Идеальные циклы тепловых машин. Двигатель Отто. Цикл Дизеля. Цикл Тринклера. Некоторые другие термодинамические циклы. Идеальные циклы воздушно-реактивных двигателей. Понятие о термодинамических потенциалах. Термодинамика и основное уравнение переноса излучения в материальных средах. Планирование и проведение физических экспериментов.

Краткое содержание темы: Студент знакомится с рядом основных термодинамических циклов тепловых машин (Отто, Дизеля, Тринклера и др.). Приводятся основные положения идеальных циклов воздушно-реактивных двигателей. Вводится понятие о термодинамических потенциалах и их применении в термодинамике. Рассматриваются вопросы переноса тепла излучением и планирования физических экспериментов.

Тема 4. Основы векторной алгебры.

Краткое содержание темы. Студент знакомится с основными понятиями векторной алгебры. Вводится понятие точечно-векторного линейного пространства. Дается определение объектов векторной природы. Рассматриваются вопросы преобразования базисных векторов и компонент вектора.

Тема 5. Основы тензорной алгебры.

Краткое содержание темы. Студент знакомится с основными понятиями тензорной алгебры. Вводится понятие тензора. Рассматриваются основные алгебраические операции с тензорами различных рангов. Вводятся понятия собственный базис и собственные значения. Рассматриваются линейные преобразования координат.

Тема 6. Тензорный анализ. Дифференцирование тензора второго ранга.

Краткое содержание темы. Рассматриваются вопросы дифференцирования тензорных полей. Вводятся в рассмотрение символы Кристоффеля и набла оператор Гамильтона. Студент знакомится с ковариантным дифференцированием тензора второго ранга.

Тема 7. Тензорный анализ. Интегрирование тензорных полей.

Краткое содержание темы. Представлены основные формулы вычисления двойных и тройных интегралов с помощью перехода к однократным интегралам, а также с

помощью замены переменных при переходе к криволинейным координатам. Представлены примеры решения типовых задач вычисления двойных и тройных интегралов. Вводятся в рассмотрение криволинейные, поверхностные и объемные интегралы. Студент знакомится с инвариантными формулами Стокса и Гаусса – Остроградского.

Тема 8. Кинематика сплошной среды. Подход к описанию движения сплошной среды Лагранжа и Эйлера.

Краткое содержание темы. Кинематика рассматривает способы описания движения материальных тел, отвлекаясь от причин этого движения. Для описания движения сплошной среды используются подходы Лагранжа и Эйлера. Студент знакомится с этими подходами. Вводятся понятия траектория, линия тока, завихренность и циркуляция.

Тема 9. Теория напряженно-деформируемого состояния. Тензор деформации, тензор напряжений. Уравнения равновесия.

Краткое содержание темы. Студент знакомится с основами теории напряженно-деформированного состояния сплошной среды. Вводятся в рассмотрение тензор деформации, тензор скоростей деформации, тензор напряжений. Рассматриваются силы и ары сил, действующие на элементарный объем. Выводятся уравнения равновесия.

Тема 10. Уравнения сохранения массы, количества движения, кинетического момента, энергии.

Краткое содержание темы. Рассматривается запись уравнений сохранения, выражающих баланс массы, количества движения и энергии. Обсуждается вопрос задания начальных и граничных условий.

Тема 11. Основы теории определяющих соотношений. Реологические модели идеальных сред.

Краткое содержание темы. Студент знакомится с основами теории определяющих уравнений. формулируются основные принципы построения реологических моделей. Рассматриваются реологические модели идеальных сред.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Экзамен в четвертом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Экзамен в пятом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Курсовая работа в шестом семестре принимается в письменной форме. Защита курсовой работы происходит в специально отведенное время. Продолжительность защиты для одного студента – 10 мин.

Экзамен в шестом 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=9382> (4й семестр),  
<https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=9383> (5й семестр),  
<https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=24989> (6й семестр)

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

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Васильева И.А., Волков Д.П., Заричняк Ю.П. ТЕРМОДИНАМИКА. Основные законы. Учебное пособие - Санкт-Петербург: СПб: Университет ИТМО, 2016, 2016. - 48 с.
2. Глаголев К. В. Физическая термодинамика : учебное пособие / К. В. Глаголев, А. Н. Морозов. – М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 269 с.
3. Черняк В. Г. Механика сплошных сред : [учебное пособие] / В. Г. Черняк, П. Е. Суетин. – Москва : Физматлит, 2006. – 352 с.: ил
4. Победря Б. Е. Основы механики сплошной среды : курс лекций : [учебное пособие] / Б. Е. Победря, Д. В. Георгиевский. – М. : Физматлит, 2006. – 272 с.
5. Елисеев В. В Механика деформируемого твердого тела. Санкт-Петербург: Санкт-Петербург, 2006
6. Миронов, Л.П. Теория упругости с основами пластичности и ползучести : учеб. пособие– Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2014
7. Трусов П.В., Швейкин А.И. Теория пластичности: учебное пособие для вузов. - Пермь: изд-во ПНИПУ, 2011.-418 с.
8. Малкин А. Я., Исаев А. И. Реология. Концепции, методы, приложения Москва: Профессия, 2007

б) дополнительная литература:

1. Ван-дер-Ваальс И. Д., Констамм Ф. Курс термостатики. Термические равновесия материальных систем. В 2-х частях Госхимиздат, 1936. 897 с.
2. И.Р. Кричевский Понятия и основы термодинамики. М.: Химия, 1970. 440 с.
3. И.П. Базаров Термодинамика. М.: Высшая школа, 1991. 376 с.
4. В.Ф. Ноздрев Курс термодинамики. М.: Изд-во «Просвещение», 1967. 247 с.
5. Горшков А.Г., Старовойтов Э.И., Тарлаковский Д.В. Теория упругости и пластичности. Учебник для вузов. – М.: Физматлит, 2002. - 416с.
6. Мейз Дж. Теория и задачи механики сплошных сред. М.: Мир, 1974. – 457с.
7. Меньщиков В.М., Тешуков В.М. Газовая динамика. Задачи и упражнения. /Новосиб. Гос. Университет, Новосибирск, 2012. – 132 с.
8. Маслов А.А., Миронов С.Г. Динамика вязкого газа в примерах и задачах. /Новосиб. Гос. Университет, Новосибирск ,2010. – 76 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– открытые онлайн-курсы

## 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>

#### **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**

Зав. кафедрой физической и вычислительной механики, д.ф.-м.н., доцент Лобода Е.Л.

Профессор кафедры физической и вычислительной механики, д.ф.-м.н., ст.н.с., Матвиенко О.В.

Профессор кафедры физической и вычислительной механики, д.т.н., доцент, Якимов А.С.

Старший преподаватель Алексеенко Е.М.