

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

**Основы тепломассопереноса**

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. Преподаватель физико-математических дисциплин**

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**

- Изучить теорию тепломассопереноса;
- Научиться формулировать задачи и решать простейшие задачи конвективного теплопереноса в жидкостях и газах.

## **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**

Шестой семестр, экзамен

## **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: численные методы, численные методы МСС, а также математический анализ, теоретическая механика и дифференциальные уравнения

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 часов, из которых:

-лекции: 32 ч.

-практические занятия: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Основные понятия.

Виды теплообмена. Понятие конвекции и виды конвективного тепломассопереноса.

Тема 2. Основные уравнения естественной конвекции.

Вывод уравнения сохранения массы. Вывод уравнения сохранения количества движения. Вывод уравнения энергии. Уравнения естественной конвекции в

преобразованных переменных функция тока и завихренность. Калибровка функции тока. Преобразованные переменные функция тока и завихренность. Преобразование уравнений естественной конвекции. Приближение Буссинеска.

Тема 3. Приближение пограничного слоя.

Тема 4. Параметры подобия в случае конвективного переноса массы, импульса и энергии.

Безразмерные числа Рэлея, Прандтля, Рейнольдса, и др. Критериальные зависимости теплоотдачи. Число Нуссельта

Тема 5. Метод переменной подобия

Тема 6. Задачи конвекции

Виды граничных условий. Источники и стоки. Взаимодействие пограничного слоя с внешним течением. Естественная конвекция при наличии свободной границы. Взаимодействие течений. Течение над сосредоточенным источником энергии. Ламинарно-турбулентный переход. Турбулентные течения. ...

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

Текущий контроль по дисциплине осуществляется путем контроля посещаемости, проведения тестов по лекционному материалу, 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**

Экзамен в шестом семестре проводится проводится в письменной форме по билетам. 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 «Moodle» – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=9667>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>).

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

– Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский – М.: Дрофа, 2003. – 840 с.

– Андреев В.К. Современные математические модели конвекции / В.К. Андреев [и др.]. – М.: Физматлит, 2008. – 368 с.

– Джалурия Й. Естественная конвекция: Тепло- и массообмен / Й. Джалурия – М.: Мир, 1983. – 400 с.

– Соковишин Ю.А. Введение в теорию свободно-конвективного теплообмена / Ю.А. Соковишин, О.Г. Мартыненко. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1982. – 224 с.

– Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепло-массообмен: учебник для вузов / Ф.Ф. Цветков, Б.А. Григорьев. – М.: Издательский дом МЭИ, 2011. – 562 с.

– Шеремет М.А. Сопряженные задачи естественной конвекции замкнутые области с локальными источниками тепловыделения / М.А. Шеремет. – Берлин: LAMBERT, 2011. – 176 с.

б) дополнительная литература:

– Гебхарт Б., Джалурия Й., Махаджан Р., Саммакия Б. Свободноконвективные течения, тепло- и массообмен / Б. Гебхарт, Й. Джалурия, Р. Махаджан, Б. Саммакия. – М.: Мир, 1991. – Т. 1. – 678 с.

– Гетлинг А. Конвекция Рэлея–Бенара. Структура и динамика / А. Гетлинг. М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 248 с.

– Shenoy A. Convective flow and heat transfer from wavy surfaces: viscous fluids, porous media and nanofluids / A. Shenoy, M. Sheremet, I. Pop. – Boca Raton: CRC Press; 2016. – 306 p.

– Ландау Л.Д. Теоретическая физика: т.6 Гидродинамика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Наука, 1986. – 736 с.

– Bejan A. Convection heat transfer / A. Bejan. – New Jersey: Wiley, 2013. – 658 p.

в) ресурсы сети Интернет:

– <http://e-science.sources.ru/> – портал естественных наук

– <https://flowvision.ru/> – сайт российского разработчика программных комплексов вычислительной гидродинамики

– <http://www.study.com/> – сайт с обучающими предметными видеоматериалами

– <http://www.openedu.ru/> – сайт обучающих курсов ведущих вузов России

– <http://www.coursera.org/> – сайт обучающих курсов ведущих вузов мира

– 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/>

в) профессиональные базы данных (*при наличии*):

– Университетская информационная система РОССИЯ – <https://uisrussia.msu.ru/>

– Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) – <https://www.fedstat.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**

Бондарева Надежда Сергеевна, к.ф.—м.н., механико-математический факультет, доцент кафедры теоретической механики