

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

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан
Л. В. Гензе

Рабочая программа дисциплины

Лабораторные работы по теплообмену

по направлению подготовки

01.03.03 Механика и математическое моделирование

Направленность (профиль) подготовки :

**Основы научно-исследовательской деятельности в области механики и
математического моделирования**

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП
Л.В. Гензе

Председатель УМК

Е.А. Тарасов

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 Способен использовать методы физического моделирования, современное экспериментальное оборудование или специализированное программное обеспечение для проведения вычислительных экспериментов в профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 3.1 Участвует в проведении эксперимента (физического, мысленного или компьютерного) на основе сформулированной с руководителем физической модели явления или модели из другой научной области

ИОПК 3.2 Владеет методами физического или компьютерного моделирования, методами планирования эксперимента, теорией подобия и размерностей

ИОПК 3.3 Анализирует полученные экспериментальные результаты

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить практические навыки экспериментального определения температуры, тепловых потоков, коэффициентов теплоотдачи и теплоемкости для наиболее простых, но практически важных процессов.

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

Шестой семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Механика сплошных сред.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

-лабораторные: 48 ч.,

в том числе практическая подготовка: 48 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение. Изготовление термопар. Тарировка термопар. Экспериментальное определение температуры. Термопарный способ.

Краткое содержание темы: В данной теме студенты обучаются изготавливать термопары, осуществлять их тарировку и применять термопарный способ измерения температуры для измерения температур различных сред в том числе и при фазовых переходах. Изучаются теоретические основы и практика термопарного способа измерения температуры.

Тема 2. Конвективный теплообмен при поперечном обдуве осесимметричного диска нагретым воздухом.

Краткое содержание темы: В данной теме студенты экспериментально определяют величины коэффициента теплоотдачи, параметров набегающего потока: скорость, плотность, вязкость, температуру, температуру поверхности обтекаемого диска, а также критерии подобия Нуссельта, Рейнольдса и Прандтля. Студенты знакомятся с комплексом измерительного оборудования, лабораторной установкой и приобретают практические навыки измерения физических параметров.

Тема 3. Излучение от нагретых тел. Радиационный теплообмен.

Краткое содержание темы: В данной теме студенты знакомятся с лабораторной установкой, измерительным оборудованием, бесконтактными способами измерения температуры. В результате полученных знаний и навыков определяют характеристики радиационного теплообмена между нагретой излучающей поверхностью и медным диском.

Тема 4. Определение удельной теплоемкости твердых тел.

Краткое содержание темы: В данной теме студенты знакомятся с лабораторной установкой, измерительным оборудованием и калориметрическим способом определения удельной теплоемкости твердых тел.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, защиты отчетов и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в шестом семестре проводится устно по результатам защиты отчетов и ответов на вопросы. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Что измеряет термопара?
2. Какие термопары бывают? В чем различия?
3. Что определяет постоянная времени термопары и от чего она зависит?
4. Как изготовить термопару?
5. Устройство датчика для измерения плотности теплового потока.
6. Для чего чернят поверхность датчика при измерении плотности теплового потока?
7. На каком участке осциллограммы возможно определить плотность теплового потока?
8. Какой вид имеет тарировочная кривая термопары?
9. Что измеряет оптический пирометр с исчезающей нитью?
10. Как можно определить удельную теплоемкость материала?
11. Сформулируйте условия корректного измерения температуры термопарным способом.
12. Что такое термоЭДС?
13. Принцип действия термопары.
14. Какие типы теплопереноса существуют и в чем различия?
15. Для чего применяется осциллограф?
16. Что измеряют ротаметром и какой физический принцип лежит в основе его работы?

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «незачтено».

Оценка «зачтено» ставится выполнении следующих условий:

- Выполнены и защищены все отчеты по проведенным работам;
- Дан правильный и развернутый ответ на вопрос. Студент четко и логично изложил свой ответ на поставленный в тесте вопрос;

Оценка «незачтено» ставится в следующих случаях:

- Не выполнены или не защищены отчеты по проведенным работам;
- Ответ представлен очень поверхностно и с нарушением логики изложения.

Студент очень плохо владеет основными моделями и концепциями. Допущены существенные терминологические и фактические ошибки;

- Дан неправильный ответ, однозначно неправильное понимание вопроса на зачете.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=8706>

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

в) Методические указания по проведению лабораторных работ (в перечне литературы).

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Лобода Е.Л. Экспериментальные методы исследования процессов теплопереноса и ИК-диагностики (учебное пособие). – Томск: Изд-во ТГУ, 2017.
2. Чистяков С.Ф., Радун Д.В. Теплотехнические измерения и приборы. – М.: Высшая школа, 1972. -387 с.
3. Данишевский С.К., Сведе-Швец И.И. Высокотемпературные термопары. – М.: Металлургия, 1977. – 231 с.
4. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергоиздат, 1981.-417 с.
5. Лыков А.В. Тепломассообмен (Справочник). – М.: Энергия, 1978. -480 с.
6. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. К.П. Мищенко , А.А.Равделя. – Л.: Химия, 1967. – 182 с.
7. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М.: Наука, 1972. – 720 с.
8. Каст В., Кишер О., Райнике Г. И др. Конвективный теломассоперенос. – М.: Энергия. 1980. -46 с.
9. Адрианов В.Н. Основы радиационного и сложного теплообмена. – М.: Энергия, 1972. – 464 с.
10. Теория тепломассообмена / Под ред. Проф. А.И. Леонтьева. – М.: Высшая школа. 1979.-495 с.
11. Зигель Р., Хауэль Дж. Теплообмен излучением. – М.: Мир, 1975. – 934 с.
12. 19. Льюис Б., Пиз Р.Н., Тэйлор Х.С. Физические измерения в газовой динамике и при горении. М.: ИЛ, 1957. Ч. II. 316 с.
13. Лобода Е.Л., Рейно В.В., Агафонцев М.В. Применение термографии при исследовании процессов горения. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2016. – 80 с.
14. Волосухин В.А. Планирование научного эксперимента: учебник 2-е изд./ В.А. Волосухин, А.И. Тищенко. М.: РИОР, 2014.- 174 с.

б) дополнительная литература:

1. Лоренц Г.А. Лекции по термодинамике. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001, 176 с.
2. Базаров И.П. Термодинамика. М.: Высшая школа, 1991. 376 с.
3. Ноздрев В.Ф. Курс термодинамики. М.: Изд-во «Просвещение», 1967. 247 с.
4. Ван-Дер-Ваальс Термостатика, ч. 1, 2. Госхимиздат, 1936.
5. Кричевский И.Р. Понятия и основы термодинамики. М.: Химия, 1970. 440 с.
6. Глаголев К.В., Морозов А.В. Физическая термодинамика : учебное пособие для вузов Изд. 2-е, испр. МГТУ им.Баумана. 2007. 269 С.
7. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М., 1960. 676 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 OneNote, 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 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.

Лаборатории, оборудованные установками для измерений конвективного и радиационного тепловых потоков, осциллографом с усилителем для регистрации показаний термопар и датчиков теплового потока, установкой для изготовления термопар, компрессором с ресиверами, сушильным шкафом для термостатирования образцов, оптическим пирометром с исчезающей нитью, инфракрасной камерой JADE J530SB, компьютером с предустановленным офисным пакетом Microsoft Office 2010 и принтером.

15. Информация о разработчиках

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