

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:



Декан

Ю.Н. РЫБИХ

20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

Теплофизика

по направлению подготовки

16.03.01 Техническая физика

Направленность (профиль) подготовки :

Компьютерное моделирование в инженерной теплофизике и аэрогидродинамике

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.29

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

 Э.Р. Шрагер

Руководитель ОПОП

 А.В. Шваб

Председатель УМК

 В.А. Скрипняк

Томск – 2022

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 – Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
- ОПК-4 – Способен самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1 Знать фундаментальные законы природы, основные законы и понятия естественно-научных и инженерных дисциплин.

ИОПК-1.2 Уметь на основе знаний по профильным разделам математических и естественно-научных дисциплин формировать собственные суждения при решении конкретных задач теоретического и прикладного характера.

ИОПК-1.3 Владеть навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач в различных областях технической физики.

ИОПК-4.1 Знать современные теоретические и экспериментальные методы исследований, позволяющие решать конкретные задачи в различных областях технической физики, основные приемы обработки и представления полученных данных.

ИОПК-4.2 Уметь самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности.

ИОПК-4.3 Владеть современными теоретическими и экспериментальными методами исследования в избранной области технической физики, основными приемами обработки и представления полученных данных с учетом.

2. Задачи освоения дисциплины

- Получить представления об основных процессах теплообмена в технике и природе.
- Научиться методам аналитического решения задач теплопроводности.
- Получить начальные навыки расчета теплообменных аппаратов с помощью «тяжелого» пакета Ansys Fluent.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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 результаты обучения по следующим дисциплинам: Математическая физика», «Гидромеханика», «Термодинамика», «Общая физика».

Для изучения и понимания материала данной дисциплины обучающийся должен знать математический анализ, теорию обыкновенных дифференциальных уравнений, основы линейной алгебры, методы математической физики.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

-лекции: 32 ч.

-практические занятия: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Общие понятия и определения.

Теплопроводность. Закон Фурье. Теплофизические параметры смеси газов.

Тема 2. Расчет стационарных режимов теплообмена.

Теплопередача через плоскую пластинку, многослойную пластинку, цилиндрический слой.

Тема 3. Интенсификация теплообмена.

Понятие интенсификации теплообмена. Ребристые поверхности. Методы расчета оребренных поверхностей.

Тема 4. Нестационарный теплообмен.

Основные понятия теории нестационарного теплообмена. Методы решения краевых задач применительно к уравнению теплопроводности.

Тема 5. Теплообмен излучением.

Основные понятия теории лучистого теплообмена. Законы теплового излучения. Методы расчета угловых коэффициентов лучистого теплообмена.

Тема 6. Расчет теплообменных аппаратов.

Основные понятия. Методы аналитического расчета теплообменных аппаратов. Основы моделирования задач теплопроводности с использованием прикладного коммерческого пакета Ansys Fluent.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий, выполнения элементов курса в образовательной электронной среде, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос и одну задачу. Продолжительность экзамена 45 минут.

Примерный перечень теоретических вопросов

- 1) Теплопроводность и теплопередача.
- 2) Закон Фурье.
- 3) Граничные условия для уравнения теплопроводности.
- 4) Стационарная теплопроводность и нестационарная теплопроводность.
- 5) Теплоперенос и теплопередача через многослойную плоскую стенку.

- 6) Теплоперенос и теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку.
- 7) Теплоперенос и теплопередача через многослойную сферическую стенку.
- 8) Расчета теплового потока оребренной поверхности.
- 9) Методы решения уравнений нестационарной теплопроводности.
- 10) Основные понятия лучистого теплопереноса.
- 11) Зональный метод расчета теплообмена излучением в замкнутой системе тел, заполненной поглощающей средой.
- 12) Теплообменные аппараты.
- 13) Расчет теплообменных аппаратов (решаемые уравнения, цель расчета, методы расчета).

Пример задач

Задача 1.

Найти распределение температуры через многослойную плоскую пластинку с характеристиками, приведенными в таблице 1.

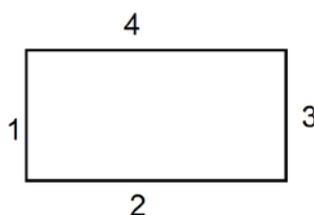
Построить распределения температуры.

Таблица 1.

Номер слоя	Толщина слоя, мм	Материал, из которого изготовлен слой	Температура на правой границе многослойной пластинки, °К	Температура на левой границе многослойной пластинки, °К
1	10	Дерево	310	430
2	20	Воздух		
3	5	Медь		
4	15	Воздух		
5	25	Алюминий		
6	5	Воздух		
7	50	Дерево		

Задача 2.

Посчитать угловые коэффициенты излучения и результирующий поток тепла для системы из нескольких поверхностей:



$$F_1=1.2, F_2=3.6. \varepsilon_1=0.6, \varepsilon_2=0.8, \varepsilon_3=0.6, \varepsilon_4=0.7. T_1=285 \text{ K}, T_2=290 \text{ K}, T_3=300, T_4 = 340 \text{ K}.$$

Задача 3.

Плоская симметричная пластина толщиной $d = 2r_0$ с начальной температурой T_0 помещена в печь с температурой $T_{\text{ж}}$.

Определить время, необходимое для нагрева пластины, если нагрев считается законченным, когда температура на оси пластины, $x = 0$, равна T_{end} . Определить также температуру на поверхности вала в конце нагрева.

Коэффициенты теплопроводности λ и температуропроводности a металла взять из таблицы 2. Коэффициент теплоотдачи к поверхности вала α взять из таблицы 3.

Таблица 2

№	материал	$d, мм$	$T_{ж}, K$	T_0, K	T_{end}, K	$\alpha, Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$
1	Сталь	120	900	320	400	100

Таблица 3

Наименование металла	Коэффициент теплопроводности $\lambda, Вт/(м \cdot ^\circ C)$	Коэффициент температуропроводности $a, м^2/с$
Сталь	50	$1,172 \times 10^{-5}$

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценивание производится с учетом данных о посещаемости занятий, результатов выполнения контрольных работ, работы в электронной-образовательной среде.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22354>

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

в) Учебно-методическое пособие Порязов В.А., Моисеева К.М. Методы решения дифференциальных уравнений и их применение к решению задач теплопереноса"// Учебное пособие / Томск : STT, 2021.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Теплотехника : учеб. пособие /Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. - Москва : Лань , 2012. – 208 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=3900

2. Федоренко Р. П. Введение в вычислительную физику / Федоренко Р. П. ; под ред. и с доп. А. И. Лобанова. – 2-е изд., испр. и доп. - Долгопрудный : Интеллект, 2008. – 503 с.: ил. – (Физтехмовский учебник) .

URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000344290/000344290.pdf>

3. Крайнов А.Ю., Моисеева К.М. Конвективный теплоперенос и теплообмен// Учеб. пособие / Томск, 2017.

<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000622987>

4. Крайнов А.Ю. Основы теплопередачи. Теплопередача через слой вещества/ Учебное пособие / Томск, 2016.

<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000551402>

5. Теплопередача [учебник для машиностроительных специальностей вузов] /Б. Н. Юдаев. - Москва : Высшая школа , 1973. – 358 с.

<http://sun.tsu.ru/limit/2016/000118791/000118791.pdf>

б) дополнительная литература:

6. Краснощеков Е. А., Сукомел А. С. Задачник по теплопередаче: Учеб, пособие для вузов. 4-е изд., перераб. — М.: Энергия, 1980 — 288 с.

7. Жуховицкий Д. Л. Сборник задач по технической термодинамике: учебное пособие /

2-е изд. – Ульяновск: УлГТУ, 2004. – 98 с. ISBN 5-89146-520-0

8. Михеев М. А., Михеева И. М. Основы теплопередачи. Изд. 2-е, стереотип. М.: «Энергия», 1977. – 344 с.
9. Цветков Ф. Ф., Григорьев Б. А. Тепломассообмен: учебник для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательский дом МЭИ, 2005. — 550 с.
10. Исаченко И. П., Осипова В. А., Сукомел А. С. Теплопередача. М. : Энергия, 1975.

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.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Моисеева Ксения Михайловна, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры математической физики ФТФ ТГУ