

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИТ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ



Директор
академик РАН

Д.М.Маркович

«24» апреля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Теплофизика и теоретическая теплотехника

Научная специальность 1.3.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника

Семестр 3, 4, 5, 6

| № | Вид деятельности | Семестр |
|----|------------------------------------|-----------------|
| | | 3,4,5,6 |
| 1 | Лекции, час. | 192 |
| 2 | Контактные часы на аттестацию, час | 20 |
| 3 | Консультации, час. | 12 |
| 4 | Самостоятельная работа, час. | 208 |
| 5 | Форма аттестации (экзамен, зачет) | Кб ¹ |
| 12 | Всего в контактной форме, час | 224 |

Новосибирск 2022

¹ В составе промежуточной аттестации по модулю «Теплофизика и теоретическая теплотехника». К- кандидатский экзамен.

Модуль Теплофизика и теоретическая теплотехника составлен в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.3.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника утвержденными Минобрнауки России № 951 от 20.10.2021. В состав модуля включены: рабочие программы дисциплин Термодинамика и процессы теплообмена, Теплофизика и механика многофазных сред, Неравновесная термодинамика и законы излучения, гидродинамика, рабочая программа практики научной деятельности, План научной деятельности, рабочие программы вариативных дисциплин».

Утверждена на заседании Ученого совета ИТ СО РАН 15 апреля 2022 г.
протокол № 05-2022

Программу разработал:
д.ф.-м.н., профессор

С. И. Лежнин

Согласовано:
Зам. директора по научной работе
к.ф.-м.н.

Д. Ф. Сиковский

1. Аннотация к рабочей программе модуля «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

Модуль Теплофизика и теоретическая теплотехника составлен в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.3.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника утвержденными Минобрнауки России № 951 от 20.10.2021. В состав модуля включены: рабочие программы дисциплин Термодинамика и процессы тепломассообмена, Теплофизика и механика многофазных сред, Неравновесная термодинамика и законы излучения, гидродинамика, рабочая программа практики научной деятельности, План научной деятельности, рабочие программы вариативных дисциплин».

Модуль «Теплофизика и теоретическая теплотехника» реализуется в 3,4,5,6 семестрах (2-3 курсы аспирантуры) и является базовой для выполнения научно-исследовательской деятельности, направленной на подготовку диссертации к защите

Перечень основных дисциплины:

Термодинамика и теоретические основы теплообмена

Содержание дисциплины:

1-е и 2-е начала термодинамики и элементы статистической физики. Термодинамические системы с фазовыми переходами и термодинамика потоков. Циклы тепловых машин. Паротурбинные установки, машины обратного цикла и установки прямого преобразования теплоты в электроэнергию. Элементы теории флуктуаций и случайных процессов. Конвективный тепломассообмен. Основные положения. Теплообмен при фазовых превращениях. Конвективный перенос в многокомпонентных средах.

Теплофизика и механизмы многофазных сред

Содержание дисциплины:

Предмет и методы теплофизики и механики многофазной среды. Виды многофазных сред, основные определения и параметры. Газовзвеси, эмульсии, суспензии и газожидкостные течения. Двухфазные газожидкостные и парожидкостные течения в каналах, режимы течения, определяющие параметры. Феноменологические уравнения неразрывности, импульса и энергии.

Волны давления малой амплитуды в газовзвесьях и газокапельных средах, скоростная и тепловая неравновесность, уравнения неравновесной гидродинамики. Влияние межфазного обмена импульсом и теплом на фазовую скорость волн и декремент затухания в газовзвеси

Неравновесная термодинамика и законы излучения

Содержание дисциплины:

Усвоение понятий, связанных с математическими моделями неравновесной термодинамики и законов излучения, рассмотрение физических методов и подходов в термодинамике и статистической физике, теории и законам излучения, развитие базовых навыков в области термодинамики неравновесных газодинамических процессов.

Гидродинамика

Содержание дисциплины:

Сплошная среда. Два способа описания движений среды. Линии тока и траектории. Разложение поля скорости в окрестности точки. Вихревые линии и трубки. Циркуляция. Завихренность и тензор скоростей деформации. Субстанциональная производная. Интегралы по жидким объемам, поверхностям и линиям и производные от них по времени. Интегральные законы сохранения массы и импульса (в двух формах: жидкий и фиксированный объем). Поток массы и поток импульса. Принцип и теорема Коши. Объемные и поверхностные силы, тензор напряжений, механическое давление. Закон сохранения момента импульса и симметрия тензора напряжений. Гидростатика.

Научная практика

Целью освоения научной практики является подготовка аспирантов к профессиональной научной деятельности. Научная практика проводится с целью систематизации, расширения и закрепление профессиональных знаний, формирование у аспирантов навыков ведения самостоятельной научной работы.

Научная деятельность, направленная на подготовку к защите диссертации

Научная деятельность – форма практической работы аспиранта, позволяющая ему изучить научно-техническую информацию по теме кандидатской диссертации, выполнить проектные разработки по теме, провести расчеты по разработанному алгоритму с применением сертифицированного программного обеспечения, участвовать в экспериментах, составлять описания проводимых исследований, анализ и обобщение результатов, положенных в основу кандидатской диссертации.

Вариативные дисциплины

Вариативные дисциплины помогают решить основные задачи, стоящие при изучении данного модуля, а именно, углубленное изучение теоретических вопросов современной механики жидкости и газа, развитие практических навыков решения задач в данной области. Особое внимание уделяется описанию течений жидкости и газа с доминирующим влиянием диссипативных эффектов, вызванных наличием вязкости. Дается представление об основных методах решения задач, важных для практического использования.

Текущая и промежуточная аттестация

С целью определения уровня качества знаний аспирантов, проводятся текущая и промежуточная аттестации.

Текущий контроль заключается в представлении доклада (в форме презентации) на семинаре по одному из разделов программы курса, по результатам которой выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» по результатам является одним из условий допуска к прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплинам проводится в виде дифференцированных зачетов, по всему модулю целиком – кандидатский экзамен.

Итоговая аттестация

Итоговая аттестация проводится в форме оценки диссертации на предмет ее соответствия критериям, установленным в соответствии с Федеральным законом от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ « О науке и государственной научно-технической политике».

Лицам, успешно прошедшим итоговую аттестацию, выдается свидетельство об окончании аспирантуры.

Лицам, не прошедшим итоговой аттестации или получившим неудовлетворительные результаты, выдается справка об обучении (периоде обучения).

При освоении дисциплины аспиранты выполняют следующие виды учебной работы: лекции, консультации, самостоятельная работа.

Самостоятельная работа включает: самостоятельное изучение теоретического материала по разделам дисциплины, подготовку доклада по одному из разделов программы дисциплины, включающего обзор литературы на заданную тематику за последние 5 лет.

Общий объем дисциплины – 432 академических часа.

Подготовка аспирантов включает в себя следующие формы организации учебного процесса: лекции, семинары, консультации с преподавателем в период занятий, сдача дифференцированных зачетов по дисциплинам, входящим в структуру модуля Теплофизика и теоретическая теплотехника, самостоятельная подготовка студента по программе кандидатского экзамена, консультации с преподавателем, сдача кандидатского экзамена.

2. Технология обучения

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся лекционные и практические (семинарские) занятия. Материал лекционного курса увязывается с передовыми исследованиями всюду, где это допускается уровнем знаний и подготовки аспирантов. Специально указываются темы, активно обсуждающиеся в текущей профессиональной научной литературе. По темам, рассматриваемым на лекциях и изучаемым самостоятельно, проводятся консультации.

3. Программное обеспечение

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

4. Материально-техническое обеспечение

| № | Наименование | Назначение |
|---|--|--|
| 1 | Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) Ноутбук, мультимедиа-проектор, экран. Программное обеспечение для демонстрации презентаций. Рабочее место с выходом в Интернет. Библиотечный фонд ИТ СО РАН. | Для проведения лекционных |
| 2 | Компьютерный класс (с выходом в Internet) | Для организации самостоятельной работы обучающихся |

5. Литература

Основная литература

1. Темперли Г., Роулинсон Дж., Рашбрук Дж. (ред.). Физика простых жидкостей. Статистическая теория - М.: Мир, 1971.
2. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя: Пер. с немецк. - М.: Наука, Глав. редакция физ.-мат. лит-ры, 1974.
3. Румер Ю.Б., Рывкин М.Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. - М.: Наука, Глав. редакция физ.-мат. лит-ры, 1977.
4. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. - М.: Наука, 1979.
5. Гордиев Б.Ф., Осипов А.И., Шелепин Л.А. Кинетические процессы в газах и молекулярные лазеры. М.: Наука, 1980.
6. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. - М.: Энергоиздат, 1981.
7. Ландау Л.Д., Лифшиц Е. М. Гидродинамика (Теоретическая физика, Т. 6). - М.: Наука, 1986.
8. Силин В.П. Введение в кинетическую теорию газов. М.: Изд-во ФИАН, 1998.
9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. М.: Наука, 2001.
10. Квасников И.А. Теория равновесных систем. Т. 1: Термодинамика; Т. 2: Статистическая физика. М.: Изд-во УРСС, 2002.
11. Петухов Б.С., Генин Л.Г., Ковалев С.А., Соловьев С.Л. Теплообмен в ядерных энергетических установках. Уч. пособие для вузов, М: Издательство МЭИ, 2003.
12. Дзюбенко Б.В., Кузьма-Кичта Ю.А., Леонтьев А.И., Федик И.И., Холпанов Л.П. Интенсификация тепло- и массообмена на макро-, микро- и наномасштабах, под ред. Кузьма-Кичты Ю.А. М: «ЦНИИАТОМИНФОРМ», 2008.
13. S.J. Blundell and K.M. Blundell Concepts of Thermal Physics, Department of Physics, University of Oxford, UK Second Edition, 2010 Oxford, University Press.

14. Филатова Е.С., Филиппова Л.Г. Сборник задач с решениями по термодинамике и статистической: Учебное пособие. - Новосибирск: Изд-во НГУ, 1981, 88 с.
15. Лежнин С.И., Кувшинов Г.Г. Химическая термодинамика: - Новосибирск: Изд-во НГТУ. – 2000, 80 с.
16. Лежнин С.И., Кувшинов Г.Г. Техническая термодинамика: - Новосибирск: Изд-во НГТУ. – 2000, 100с.
17. Лежнин С.И., Заварухин С.Г. Сборник заданий по курсу «Процессы переноса в сплошных средах»: Методическое пособие - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. 26 с.
18. Алексеенко С.В., Лежнин С.И. Теория процессов переноса в сплошных средах: Учебное пособие. - Новосибирск: Изд-во Института теплофизики СО РАН, 2006.