Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИФиРЭ

_____ А.В. Минаков

«_05_» _мая_ 2022 г.

ИИФиРЭ
институт, реализующий программу аспирантуры

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина Теплофизика и теоретическая теплотехника

Группа научных специальностей 1.3 Физические науки

Научная специальность 1.3.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника

Красноярск 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями

Группа научных специальностей /научная специальность
1.3 Физические науки / 1.3.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника
шифр и наименование

Программу составили Лобасова М.С.
фамилия, инициалы, подпись
Финников К.А.
фамилия, инициалы, подпись

Заведующий кафедрой (разработчик) Дектерев А.А.
фамилия, инициалы, подпись

«28» апреля 2022 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающая) теплофизики
«28» апреля 2022 г. протокол № 8

Заведующий кафедрой (выпускающей) _____
фамилия, инициалы, подпись

Дополнения и изменения в учебной программе на 20 __/20__ учебный год.
В рабочую программу вносятся следующие изменения: _____

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____
«____» _____ 20___г. протокол № _____

Заведующий кафедрой _____

Внесенные изменения утверждаю:
Директор _____ института _____
фамилия, инициалы, подпись

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины.

Создать у аспирантов ясное представление о закономерностях превращения энергии и законах теплового равновесия, об основных термодинамических процессах и циклах и о разнообразии рабочих тел.

Ознакомить аспирантов с современными расчетно-теоретическими методами исследования процессов тепло- и массообмена в элементах аппаратов и устройств; с современными проблемами теплопередачи в высокотемпературных энергетических и промышленных установках, встречающимися при их проектировании и эксплуатации, а также с методами тепловой защиты конструкций от высокой температуры.

1.2 Задачи изучения дисциплины.

Подготовить будущих специалистов к самостоятельной деятельности:

в области анализа термодинамических процессов, теплосиловых и холодильных циклов рамках диаграмм состояния, а также расчета рабочих тел в виде газовых смесей;

по использованию современных теоретических и расчетных методов при изучении процессов тепло- и массообмена;

по разработке новых методов экспериментального и расчетно-теоретического исследования процессов теплопередачи в различных машинах, аппаратах, устройствах.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

Знать: основные законы термодинамики, диаграммы и уравнения состояния, дифференциальные уравнения термодинамики, закономерности изменения термодинамических свойств рабочих тел в зависимости от процессов, включая фазовые превращения; основные понятия и законы процессов теплопроводности, конвективной теплоотдачи, теплообмена излучением, массообмена; основные типы теплообменников и методику их теплового и гидравлического расчётов; методы тепловой защиты конструкций от высокой температуры, методы расчета систем охлаждения ядерных и термоядерных реакторов, устройство и способы теплового расчета элементов жидкостных ракетных двигателей и космических летательных аппаратов.

Уметь: рассчитывать термодинамические процессы, циклы и параметры рабочих тел, используя математический аппарат, включающий дифференциальные уравнения термодинамики и уравнения состояния идеальных и реальных газов и жидкостей; рассчитывать процессы стационарной и нестационарной теплопроводности, конвективного теплообмена в однофазной среде и при фазовых превращениях, лучистого теплообмена в диатермичной и поглощающей средах, молекулярной диффузии и конвективного массообмена; проводить тепловой расчет теплообменников и систем охлаждения промышленных и энергетических установок.

Владеть навыками: аналитического исследования теплофизических параметров и свойств материалов хладагентов и рабочих тел, в частности, в

экстремальных условиях, определяемых наличием фазовых превращений; расчёта с использованием справочной литературы поля температуры в твёрдых телах, конвективного и радиационного коэффициентов теплоотдачи, проектирования теплообменников промышленных аппаратов.

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры.

Дисциплина «Теплофизика и теоретическая теплотехника» относится к образовательной компоненте учебного плана. Необходима для подготовки к сдаче кандидатского минимума по специальности «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

1.5 Особенности реализации дисциплины.

Дисциплина «Теплофизика и теоретическая теплотехника» реализуется на русском языке.

2 Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр	
		3	4
Общая трудоемкость дисциплины	3 (108)	1 (36)	2 (72)
Контактная работа с преподавателем:	**48**	**24**	**24**
занятия лекционного типа	48	24	24
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары практические занятия			
другие виды контактной работы			
Самостоятельная работа аспирантов:	**24**	**12**	**12**
изучение теоретического курса (ТО)	24	12	12
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Зачет, Экзамен, 36	Зачет	Экзамен, 36

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий).

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад.час)	Занятия семинарского типа (Семинары и/или Практические занятия (акад.час))	Самостоятельная работа, (акад.час),
1	2	3	4	5
1	Термодинамика	12		6
2	Тепломассообмен	28		14
3	Теплопередача в промышленных аппаратах	8		4

3.2 Занятия лекционного типа.

Указывается название модулей, тем (разделов) лекционных занятий дисциплины, их содержание и объем.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах	
			всего	в том числе в инновационной форме
1	1	Метод и законы термодинамики: термодинамика и ее метод; первый закон термодинамики; второй закон термодинамики; дифференциальные уравнения термодинамики	4	
2	1	Термодинамические процессы и циклы: основные термодинамические процессы; процессы истечении газов и жидкостей; анализ эффективности теплосиловых установок; теплосиловые газовые и паровые циклы; теплосиловые циклы прямого преобразования тепла в электроэнергию; холодильные циклы и циклы криогенной техники	8	
3	2	Теплопроводность: дифференциальное уравнение теплопроводности; стационарная теплопроводность; нестационарная теплопроводность; интенсификация теплопередачи	6	
4	2	Конвективный теплообмен: основы теории подобия; свободная конвекция; вынужденная конвекция при внешнем обтекании тел; течение в трубах и каналах; теплообмен при фазовых превращениях	10	
5	2	Теплообмен излучением: законы теплового излучения; лучистый теплообмен в диатермичной среде; радиационные теплообмен в поглощающей среде	6	

6	2	Основы массообмена: совместные процессы тепло- и массообмена; аналогия процессов тепло- и массообмена; тепло- и массообмен при испарении воды в воздух; тепло- и массообмен при химических превращениях	6	
7	3	Тепловой и гидравлический расчеты теплообменных аппаратов: классификация теплообменных аппаратов; средний логарифмический температурный напор для различных типов движения теплоносителей; алгоритм теплового расчета теплообменников; гидравлические сопротивления теплообменников	4	
8	3	Высокотемпературные теплотехнологические аппараты: тепловая защита теплообменных аппаратов; теплопередача в устройствах атомной энергетики; терморегулирование в космических летательных аппаратах; жидкостные ракетные двигатели	4	

3.3 Занятия семинарского типа учебным планом не предусмотрены

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине (модулю)

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
1	Флеров И. Н., Горев М. В.	Техническая термодинамика. Расчет газовых смесей, теплоемкостей и теплосилового газового цикла:	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2004
2	Флеров И. Н., Горев М. В.	Теория теплофизических свойств веществ. Электро-, магнето- и барокалорический эффекты: методические указания по	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005.
3	Лобасова М. С.	Тепломассообмен. Стационарная теплопроводность. Курс лекций	Красноярск: СФУ, 2016
4	Лобасова М. С.	Тепломассообмен. Нестационарная теплопроводность. Курс лекций	Красноярск: СФУ, 2016
5	Лобасова М. С.	Тепломассообмен. Основы теории подобия. Курс лекций	Красноярск: СФУ, 2016
6	Лобасова М. С.	Тепломассообмен. Конвективный теплообмен в однофазной среде. Курс лекций	Красноярск: СФУ, 2018
7	Лобасова М. С.	Тепломассообмен. Теплообмен при фазовых превращениях. Курс лекций	Красноярск: СФУ, 2018

8	Лобасова М. С.	Тепломассообмен. Теплообмен излучением. Курс лекций	Красноярск: СФУ, 2018
9	Лобасова М. С.	Тепломассообмен. Масообмен. Курс лекций	Красноярск: СФУ, 2018
10	Лобасова М. С., Сентябов А.В., Лобасов А.С.	Теплопередача в промышленных аппаратах. Тепловой и гидравлический расчеты теплообменных аппаратов	Красноярск: СФУ, 2014
11	Лобасова М. С., Сентябов А.В., Лобасов А.С.	Теплопередача в промышленных аппаратах. Высокотемпературные теплотехнологические аппараты	Красноярск: СФУ, 2014

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
1	Кириллин В. А., Сычев В. В., Шейндлин А. Е.	Техническая термодинамика: учеб. для студентов вузов по направлению подгот. 140100 "Теплоэнергетика"	Москва: МЭИ, 2008
2	Кудинов В. А., Карташов Э. М.	Техническая термодинамика: учебное пособие для втузов	Москва: Высшая школа, 2003
3	Луканин В. Н.	Теплотехника: учебник для вузов	М.: Высш. шк., 2008
4	Цветков Ф. Ф., Григорьев Б. А.	Тепломассообмен: учеб. пособие для студентов вузов	Москва: МЭИ, 2006
5	Лобасова М. С., Финников К. А., Миловидова Т. А., Дектерев А. А., Серебренников Д. С., Минаков А. В., Кузоватов И. А., Васильев В. В.	Тепломассообмен: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2009

5.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
1	Андрианова Т. Н., Дзампов Б. В., Зубарев В. Н.,	Сборник задач по технической термодинамике: учеб. пособие для студентов теплоэнергетических спец.	Москва: Энергоиздат, 1981
2	Мухачев Г. А., Щукин В. К.	Термодинамика и теплопередача: учебник для авиац. спец. вузов	Москва: Высшая школа, 1991
3	Краснощеков Е. А., Сукомел А. С.	Задачник по теплопередаче: учеб. пособие для теплоэнергет. спец. вузов	Москва: Энергия, 1980

4	Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел А. С.	Теплопередача: учебник для вузов	Москва: Энергоиздат, 1981
5	Полежаев Ю. В., Юревич Ф.Б.	Тепловая защита	М.: Энергия, 1976
6	Петухов Б. С. , Генин Л. Г., Ковалев С. А.	Теплообмен в ядерных энергетических установках	М.: Атомиздат, 1974
7	Авдуевский В. С.	Основы теплопередачи в авиационной и ракетно-космической технике	Машиностроение, 1975
8	Кудрявцев В.М	Основы теории и расчета жидкостных ракетных двигателей: учебник для студентов авиац. спец. высш. учеб.	М.: Высшая школа, 1983

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. .Сайт библиотеки СФУ. Режим доступа: http://bik.sfu-kras.ru/
2. Электронный каталог библиотеки СФУ. Режим доступа: http://catalog.sfu-kras.ru/

7. Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины (модуля)

Учебным планом по дисциплине «Теплофизика и теоретическая теплотехника» предусмотрены 24 часа самостоятельной работы для изучения теоретического курса, подготовки к тестированию и выполнения тематических тестовых заданий, по 12 часов в каждом семестре изучения дисциплины.

К каждой лекции имеются тренировочные тестовые задания, на выполнение которых отводится 6 часов (по 0,5 часа самостоятельной работы на 2 часа лекционных занятий). Тренировочные тестовые задания не оцениваются, выполнять их можно неограниченное число раз.

По завершении каждой из восьми тем необходимо выполнить итоговое тестовое задание по теме. Так как четвертая тема изучается в двух семестрах, то к ней предусмотрены два тематических теста. Таким образом, в первом семестре изучения дисциплины необходимо выполнить четыре тематических теста, а во втором – пять. В каждом семестре на выполнение тематических тестов отводится по 3 часа самостоятельной работы. Тематические тесты должны быть выполнены в последнюю неделю изучения соответствующей темы.

Для получения зачета в первом семестре изучения дисциплины необходимо выполнить все тестовые задания не менее, чем на 70%. Во втором семестре изучения дисциплины выполнение всех тестовых заданий не менее, чем на 70%, является допуском для сдачи кандидатского экзамена по специальности «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья представляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации в зависимости от нозологии:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа.
Для лиц с нарушениями слуха:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа.
Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1. Перечень необходимого программного обеспечения: Офисный пакет (MS Office, Libre Office, Open Office)

8.2. Поисковая система Yandex [Электронный ресурс] : заглавная страница. – Режим доступа : www.yandex.ru.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Методика проведения занятий допускает как использование технических средств (проекторы, интерактивные доски), так и классические аудиторные занятия, обеспечиваемые стандартными материально-техническими средствами.

Лекционные аудитории должны быть оборудованы современным видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и иметь выход в Интернет, а также иметь интерактивную доску или доску для письма маркерами

Структура аннотации к рабочей программе дисциплины (модуля)

Аннотация к рабочей программе дисциплины Теплофизика и теоретическая теплотехника

Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является:

Создание у аспирантов ясное представление о закономерностях превращения энергии и законах теплового равновесия, об основных термодинамических процессах и циклах и о разнообразии рабочих тел.

Ознакомление аспирантов с современными расчетно-теоретическими методами исследования процессов тепло- и массообмена в элементах аппаратов и устройств; с современными проблемами теплопередачи в высокотемпературных энергетических и промышленных установках, встречающимися при их проектировании и эксплуатации, а также с методами тепловой защиты конструкций от высокой температуры.

Задачей изучения дисциплины является:

Подготовка будущих специалистов к самостоятельной деятельности:

в области анализа термодинамических процессов, теплосиловых и холодильных циклов рамках диаграмм состояния, а также расчета рабочих тел в виде газовых смесей;

по использованию современных теоретических и расчетных методов при изучении процессов тепло- и массообмена;

по разработке новых методов экспериментального и расчетно-теоретического исследования процессов теплопередачи в различных машинах, аппаратах, устройствах.

Структура дисциплины (распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий и самостоятельной работы): 3-й семестр: лекции 24 часа, самостоятельная работа 12 часов; 4-й семестр: лекции 24 часа, самостоятельная работа 12 часов.

Основные разделы: термодинамика, тепломассообмен, теплопередача в промышленных аппаратах

Планируемые результаты обучения:

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

*Знать***:** основные законы термодинамики, диаграммы и уравнения состояния, дифференциальные уравнения термодинамики, закономерности изменения термодинамических свойств рабочих тел в зависимости от процессов, включая фазовые превращения; основные понятия и законы процессов теплопроводности, конвективной теплоотдачи, теплообмена излучением, массообмена; основные типы теплообменников и методику их теплового и гидравлического расчётов; методы тепловой защиты конструкций от высокой температуры, методы расчета систем охлаждения ядерных и термоядерных реакторов, устройство и способы теплового расчета элементов жидкостных ракетных двигателей и космических летательных аппаратов.

Уметь: рассчитывать термодинамические процессы, циклы и параметры рабочих тел, используя математический аппарат, включающий дифференциальные уравнения термодинамики и уравнения состояния идеальных и реальных газов и жидкостей; рассчитывать процессы стационарной и нестационарной теплопроводности, конвективного теплообмена в однофазной среде и при фазовых превращениях, лучистого теплообмена в диатермичной и поглощающей средах, молекулярной диффузии и конвективного массообмена; проводить тепловой расчет теплообменников и систем охлаждения промышленных и энергетических установок.

Владеть навыками: аналитического исследования теплофизических параметров и свойств материалов хладагентов и рабочих тел, в частности, в экстремальных условиях, определяемых наличием фазовых превращений; расчёта с использованием справочной литературы поля температуры в твёрдых телах, конвективного и радиационного коэффициентов теплоотдачи, проектирования теплообменников промышленных аппаратов.

Форма промежуточной аттестации зачет в 3-м семестре, экзамен в 4-м семестре