

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра теплоэнергетики и экологии

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ И.В. Зоря

подпись

« _____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Тепломассообмен

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Промышленная теплоэнергетика
наименование направленности (профиля)

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
заочная

Срок обучения 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2019

Новокузнецк
2019

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование у обучающихся знаний и навыков для понимания законов и основных физико-математических моделей переноса теплоты и массы применительно к теплоустановкам.

Задачами учебной дисциплины являются:

– научить обучающихся проводить расчёты основных способов переноса тепловых потоков, а также температурных полей в потоках жидкостей и газов, в элементах конструкций теплоустановок с целью интенсификации процессов теплообмена.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- «Химия»;
- «Математика».

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- «Тепловые двигатели и нагнетатели»;
- «Котельные установки и парогенераторы»;
- «Технологические энергоносители предприятий».

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– **универсальные компетенции:**

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	Знать: физическую сущность рассматриваемых в курсе вопросов. Уметь: самостоятельно вести научный поиск, используя теоретические знания. Владеть: способностью к познавательной деятельности.

– общепрофессиональные компетенции:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Информационная культура	ОПК-1. Способен осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	ОПК-1.2. Применяет средства информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации	Знать: общие методы и решения профессиональных проблем и при помощи этих методов решать конкретные научные задачи. Уметь: осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате. Владеть: способностью работать самостоятельно.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа обучающихся с преподавателем включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), групповые консультации и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Контактная работа обучающихся с преподавателем может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Рабочей программой дисциплины предусмотрено проведение *лекций, практических занятий, лабораторных работ*. Особое место в овладении учебной дисциплины отводится самостоятельной работе, позволяющей получить максимальное представление о данной учебной дисциплине.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	2 курс
Форма промежуточной аттестации			<i>экзамен</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	216	216
	<i>зачетных единиц</i>	6	6
Лекции, <i>академ. час.</i>		4	4
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		4	4
Практические работы, <i>академ. час.</i>		4	4
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0

Консультации, <i>академ. час.</i>	0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>	195	195
Контроль, <i>академ. час.</i>	9	9

Содержание учебной дисциплины

Раздел1. Введение. Предмет дисциплины и ее место в подготовке специалистов.

Тема 1.1. Значение теории теплообмена для эксплуатации теплотехнического оборудования.

Тема 1.2. История создания теории теплообмена, роль русских ученых.

Раздел2. Теплопроводность.

Тема 2.1. Основные положения теории теплопроводности. Механизм процесса теплопроводности в газах, жидкостях, металлах, диэлектриках. Градиент температуры. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. Краевые условия для процесса теплопроводности; граничные условия первого, второго, третьего и четвертого рода. Закон Ньютона-Рихмана для теплоотдачи. Общие представления о методах решения задач теплопроводности.

Тема 2.2. Теплопроводность при стационарном режиме. Передача теплоты через однослойную и многослойную плоские стенки при граничных условиях I и III рода. Распределение температур при постоянном и переменном коэффициентах теплопроводности. Коэффициент теплопередачи. Передача теплоты через однослойную и многослойную цилиндрические стенки при граничных условиях I и III рода. Линейный коэффициент теплопередачи. Критический диаметр теплоизоляции.

Тема 2.3. Теплопроводность при нестационарном режиме. Методы решения задач нестационарной теплопроводности для тонкой пластины, длинного цилиндра при граничных условиях III рода. Критерии Био и Фурье. Анализ решений, частные случаи. Нагревание (охлаждение) параллелепипеда и цилиндра конечной длины. Определение количества теплоты, отдаваемой или воспринимаемой телом в процессе нестационарной теплопроводности. Регулярный тепловой режим нагревания (охлаждения) тел. Численные методы решения задач нестационарной теплопроводности.

Раздел 3. Конвективный теплообмен.

Тема 3.1. Основные положения теории конвективного теплообмена. Теплоотдача в однофазных жидкостях, при фазовых и химических превращениях, при естественной и вынужденной конвекции. Физические свойства жидкости, существенные для течения и теплоотдачи. Основной закон теплоотдачи.

Тема 3.2. Теплообмен при ламинарном и турбулентном течениях жидкости. Динамический и тепловой пограничные слои. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена, условия однозначности. Метод подобия, моделирование конвективного теплообмена. Метод размерностей. Пи-теорема. Критерии подобия, условия подобия, теоремы подобия. Вывод критериев подобия из дифференциальных уравнений переноса количества движения и теплоты, физический смысл критериев подобия.

Тема 3.3. Осреднение коэффициентов теплоотдачи, осреднение температуры, средний температурный напор. Определяющие размеры и температуры. Обработка и обобщение опытных данных на основе теории подобия; критерии Нуссельта, Рейнольдса, Грасгофа, Прандтля. Критериальные уравнения.

Тема 3.4. Теплоотдача при вынужденном течении вдоль плоской поверхности. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Теплоотдача при ламинарном и турбулентном течении в пограничном слое, расчетные уравнения. Теплоотдача при вынужденном течении в трубах при ламинарном и турбулентном режимах течения. Влияние изгибов, шероховатости труб. Теплоотдача при поперечном омывании цилиндра, влияние различных условий омывания. Теплоотдача в коридорных и шахматных пучках труб, влияние угла атаки. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Факторы, обуславливающие свободное движение. Теплообмен при свободном движении вдоль вертикальной стенки. Теплоотдача у горизонтальных труб и пластин. Естественная конвекция в ограниченном пространстве.

Тема 3.5. Теплообмен при конденсации пара. Пленочная и капельная конденсация. Расчет теплообмена при ламинарном течении пленки конденсата. Конденсация пара на горизонтальных трубах и пучках труб. Теплообмен пучков труб, обтекаемых конденсатом, влияние рядности, скорости пара, примесей неконденсирующихся газов. Теплоотдача при конденсации паров металлов. Теплообмен при кипении. Возникновение кипения, рост, отрыв и всплывание паровых пузырьков. Центры парообразования. Зависимость коэффициента теплоотдачи от плотности теплового потока температурного напора, кризисы кипения. Пленочное кипение. Кипение недогретой жидкости. Теплообмен двухфазного потока при кипении жидкости в трубах, кризисы кипения I и II рода. Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах. Основные положения теории массообмена. Термо- и бародиффузия. Закон Фика. Коэффициент диффузии, факторы, влияющие на его величину. Конвективные массообмен. Плотность потока массы в процессе конвективного массообмена. Диффузионный пограничный слой, дифференциальные уравнения для этого слоя. Граничные условия на

поверхности раздела фаз. Коэффициент массоотдачи. Методы подобия и размерности в применении к процессам массообмена.

Раздел 4. Тепловое излучение.

Тема 4.1. Понятие лучистого теплообмена, природа теплового излучения. Лучистый тепловой поток, его плотность. Интенсивность излучения. Поглощательная, отражательная и пропускательная способность тел. Законы излучения абсолютно черного тела: Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа. Серое тело, степень черноты. Закон Стефана-Больцмана для серого тела. Закон Ламберта.

Тема 4.2. Теплообмен излучением между телами. Коэффициенты облученности, взаимные поверхности излучения. Теплообмен излучением в замкнутой системе из двух серых тел: когда одно из тел находится в полости другого и для тел с плоскопараллельными поверхностями.

Тема 4.3. Применение экранов. Особенности теплообмена излучением в поглощающих средах. Расчет теплообмена между излучающей средой и поверхностью твердого тела, степень черноты факела. Сложный теплообмен (комбинация конвективного и лучистого).

Раздел 5. Тепловой расчёт теплообменных аппаратов.

Тема 5.1. Общие сведения. Назначение теплообменников, классификация по принципу действия. Основы теплового и гидравлического расчетов теплообменников, проектный и поверочный тепловые расчеты. Уравнение теплового баланса и уравнение теплопередачи.

Тема 5.2. Среднеарифметический температурный напор, его определение для основных схем движения теплоносителей равнение прямотока и противотока. Расчет конечных температур теплоносителей.

5 Перечень тем лекций

№ раздела/ темы дисциплины	Темы лекций	Трудо- емкость, академ. час.
1	Введение. Предмет дисциплины и ее место в подготовке специалистов.	0,5
2	Теплопроводность.	1
3	Конвективный теплообмен.	1
4	Тепловое излучение.	1
5	Тепловой расчёт теплообменных аппаратов.	0,5
ИТОГО		4

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела/ темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудо- емкость, академ. час.
2	1.Закон Фурье для плоской многослойной стенки. Применение метода итераций для определения	1

	<p>температуры на границе между слоями стенки.</p> <p>2.Расчеты линейной плотности теплового потока для цилиндрической многослойной стенки.</p> <p>3.Расчет нагрева металла с применением существующих решений дифференциального уравнения теплопроводности для тел простой формы.</p>	
3	<p>1.Критериальные уравнения конвективного теплообмена и условия их применения.</p> <p>2.Расчет конвективного коэффициента теплоотдачи с использованием критериальных уравнений.</p>	1
4	<p>1.Схемы систем излучения и применяемые для них расчетные формулы.</p> <p>2.Расчет результирующего теплового потока излучением для систем излучения с лучепрозрачной и поглощающей средой.</p> <p>3.Расчеты теплового потока с использованием суммарного коэффициента теплоотдачи.</p>	1
5	<p>1.Теплопередача в теплообменных аппаратах. Коэффициент теплопередачи. Среднелогарфмическая разность температур между подвижными теплоносителями. Расчет плотности теплового потока при теплопередаче.</p>	1
ИТОГО		4

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела/ темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудо- емкость, академ. час.
2	Исследование стационарной теплопроводности через плоскую двухслойную стенку.	1
	Нагрев стальной заготовки при постоянной температуре печи.	1
5	Исследование рекуперативного теплообменника.	2
ИТОГО		4

8 Виды самостоятельной работы

№ раздела/ темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудо- емкость, академ. час.
2	<p>1 Изучение лекционного материала.</p> <p>2 Подготовка к лабораторной работе.</p> <p>3 Подготовка к практическому занятию.</p> <p>4 Выполнение индивидуального домашнего задания. 5 Подготовка к текущему контролю.</p>	50
3	<p>1 Изучение лекционного материала.</p> <p>2 Подготовка к практическому занятию.</p> <p>3 Выполнение индивидуального домашнего задания.</p> <p>4 Подготовка к текущему контролю.</p>	40
4	1 Изучение лекционного материала.	40

№ раздела/ темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудо- емкость, академ. час.
	2 Подготовка к практическому занятию. 3 Выполнение индивидуального домашнего задания. 4 Подготовка к текущему контролю.	
5	1 Изучение лекционного материала. 2 Подготовка к практическому занятию. 3 Подготовка к лабораторной работе. 4 Выполнение контрольной работы. 5 Подготовка к текущему контролю.	65
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену.</i>	9
ИТОГО		204

9 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1. Дерюгин, В. В. Тепломассообмен: учебное пособие / В.В. Дерюгин, В.Ф. Васильев, В.М. Уляшева. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 240 с. – ISBN 978-5-8114-3027-7. – URL: <https://e.lanbook.com/book/107285>. (дата обращения 12.03.2019г.).

2. Практикум по теплопередаче: учеб. пособие для вузов / Солодов А.П., Цветков Ф.Ф., Елисеев А.В. и др.; под ред. Солодова А.П. – Москва: Энергоатомиздат, 1986.

3. Самохвалов, Г. В. Тепломассообмен (физико-математические основы): учебное пособие для вузов / Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: СибГИУ, 2004. – 119 с.: ил.

4. Теплотехника: учебник для вузов / В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер [и др.] ; под ред. В.Н. Луканина. – 7-е изд., испр. – Москва: Высшая школа, 2000. – 671 с.: ил.

5. Замалеев, З. Х. Основы гидравлики и теплотехники / З.Х. Замалеев, В.Н. Посохин, В.М. Чефанов. – 1-е изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 352 с. – ISBN 978-5-8114-1531-1. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39146. (дата обращения 12.03.2019г.).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: <http://libr.sibsiu.ru>.

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3 Университетская библиотека ONLINE : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: <http://www.biblioclub.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система / ООО «ЭБС ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

5 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». – Москва, [200 –]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6 ЭБС ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 –]. – URL: <http://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7 Электронно-библиотечная система eLibrary / ООО «РУНЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке.

8 Университетская информационная система РОССИЯ : электронная библиотека / НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. – Москва, [200 –]. – URL: <http://uisrussia.msu.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение: ABBYY FineReader 11, Kaspersky Endpoint Security, AutoCAD 2013, «Программное обеспечение «Руконтекст», WinRAR 3.6, 7-Zip, Microsoft Office 2010, Microsoft Office 2007, ProjectLibre 1.6, Microsoft Windows 7 Профессиональная.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

3 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНТИ РАН. – Москва, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

10 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, в том числе: учебную аудиторию для проведения занятий лекционного

типа (лекций), оборудованную учебной доской, компьютерной техникой, экраном и мультимедийным проектором; учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий, лабораторных работ), оснащенную оборудованием и техническими средствами обучения (электропечь Г-30, весы, зонт вытяжной, печь лабораторная СНОЛ, набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, доска аудиторная, стулья, столы), учебную аудиторию для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Составитель:

ст.преподаватель

Е.В. Медведская

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры теплоэнергетики и экологии, протокол № 11 от «2» апреля 2019 г.

зав. кафедрой
теплоэнергетики и экологии СибГИУ
к.т.н., доцент

С. Г. Коротков

Согласовано:

Старший методист
методического отдела

Приложение А

**Аннотация
рабочей программы дисциплины «Тепломассообмен»
по направлению подготовки
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(направленность «Промышленная теплоэнергетика»)
форма обучения – заочная**

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование у обучающихся знаний и навыков для понимания законов и основных физико-математических моделей переноса теплоты и массы применительно к теплоустановкам.

Задачами учебной дисциплины являются:

– научить обучающихся проводить расчёты основных способов переноса тепловых потоков, а также температурных полей в потоках жидкостей и газов, в элементах конструкций теплоустановок с целью интенсификации процессов теплообмена.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- «Химия»;
- «Математика».

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- «Тепловые двигатели и нагнетатели»;
- «Котельные установки и парогенераторы»;
- «Технологические энергоносители предприятий».

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– **универсальные компетенции:**

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез	УК1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию,	Знать: физическую сущность рассматриваемых в курсе вопросов. Уметь: самостоятельно вести научный поиск, используя

	информации, применять системный подход для решения поставленных задач	необходимую для решения поставленной задачи.	теоретические знания. Владеть: способностью к познавательной деятельности.
--	---	--	--

– общепрофессиональные компетенции:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Информационная культура	ОПК-1. Способен осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	ОПК-1.2. Применяет средства информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации	Знать: общие методы и решения профессиональных проблем и при помощи этих методов решать конкретные научные задачи. Уметь: осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате. Владеть: способностью работать самостоятельно.

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	2 курс
Форма промежуточной аттестации			<i>экзамен</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	216	216
	<i>зачетных единиц</i>	6	6
Лекции, <i>академ. час.</i>		4	4
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		4	4
Практические работы, <i>академ. час.</i>		4	4
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		195	195
Контроль, <i>академ. час.</i>		9	9

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы: Введение. Предмет дисциплины и ее место в подготовке специалистов. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Тепловое излучение. Тепловой расчёт теплообменных аппаратов.

6 Составитель:

ст.преподаватель

Е.В. Медведская