

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра теплоэнергетики и экологии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе -
первый проректор
_____ Феокистов А.В.
« ____ » _____ 2018г.

ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Тепломассообмен

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
направление подготовки

Промышленная теплоэнергетика
направленность

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
заочная

Новокузнецк
2018

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является 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 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

«Теплообмен» является дисциплиной базовой части учебного плана и изучается на 2 курсе.. Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении студентами дисциплин: «Химия», «Физика», «Математика». Знания и умения, приобретенные при изучении курса, используются в дисциплинах: «Гидрогазодинамика», «Теплообменные процессы в теплоэнергетическом оборудовании», «Теплообменное оборудование предприятий».

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения дисциплины «Теплообмен» направлен на формирование следующих компетенций:

-общекультурные компетенции:

ОК-7 - способностью к самоорганизации и самообразованию.

Структура компетенции:

- знать физическую сущность рассматриваемых в курсе вопросов;
- уметь анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции; участвовать в сборе и анализе научно-технической информации;
- владеть способностью к самоорганизации и самообразованию.

-профессиональные компетенции:

ПК-4 - способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.

Структура компетенции:

- 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 математическим аппаратом для обработки и анализа полученных результатов.

-общепрофессиональные компетенции:

ОПК-2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Структура компетенции:

-знать основные законы теплопроводности, лучистого и конвективного теплообмена, массообмена при кипении и конденсации; методы расчета и область применения теплообменных аппаратов; методы интенсификации тепломассообмена в теплообменниках;

-уметь использовать основы системного подхода, уравнения математической физики для постановки и решения задач проектирования теплообменных аппаратов; выбирать, обосновывая свой выбор, и использовать для расчета теплообменных аппаратов конкретный метод в зависимости от особенностей системы, сравнивать результаты, полученные различными методами, оценивать их точность; выбирать методы интенсификации теплопередачи в процессе эксплуатации теплообменных аппаратов;

-владеть навыками расчёта теплообменных аппаратов; различными методами решения задач стационарной и нестационарной теплопроводности.

4 Структура и содержание учебной дисциплины

Программой учебной дисциплины «Тепломассообмен» предусмотрено проведение лекций, практических занятий и лабораторных работ. Особое место в овладении учебной дисциплины «Тепломассообмен» отводится самостоятельной работе, позволяющей получить максимальное представление о данной учебной дисциплине.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы (216 академических часов, в том числе 6 часов лекционных занятий, 8 часов практических занятий, 4 часа лабораторных работ, 189 часов самостоятельной работы и 9 часа на контроль знаний)..

Тематический план учебной дисциплины

«Тепломассообмен»

Наименование разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов				
	всего	в том числе			
		аудиторные			самостоятельная работа
		лекции	ЛР	ПЗ	
Раздел 1. Введение.	1	1	-	-	-
Итого по разделу 1	1	1	-	-	-
Раздел 2. Теплопроводность	58	2	2	2	52
Итого по разделу 2	58	2	2	2	52
Раздел 3. Конвективный теплообмен	48	1	-	2	45
Итого по разделу 3	48	1	-	2	45
Раздел 4. Тепловое излучение	48	1	-	2	45
Итого по разделу 4	48	1	-	2	45
Раздел 5. Тепловой расчёт теплообменных аппаратов	52	1	2	2	47
Итого по разделу 5	52	1	2	2	47
Экзамен	9	-	-	-	9
Всего по дисциплине (часов), в т.ч. выполнение контрольной работы	216	6	4	8	198
Всего по дисциплине (зачетных единиц)	6				
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	контрольная работа, экзамен на 2 курсе				
Примечание – ЛР-лабораторные работы, ПЗ – практические занятия					

Содержание учебной дисциплины «Тепломассообмен»

Раздел 1. Введение. Предмет дисциплины и ее место в подготовке специалистов. Значение теории тепломассообмена для эксплуатации теплотехнического оборудования. История создания теории тепломассообмена, роль русских ученых

Раздел 2. Теплопроводность. Основные положения теории теплопроводности. Механизм процесса теплопроводности в газах, жидкостях, металлах, диэлектриках. Градиент температуры. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. Краевые условия для плоской теплопроводности; граничные условия первого, второго, третьего и четвертого рода. Закон Ньютона-Рихмана для теплоотдачи. Общие представления о методах решения задач теплопроводности.

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.

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. 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.

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.

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.

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.

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 всплытие паровых пузырьков. Центры парообразования. Зависимость коэффици-

ента 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 теплоотдачи. Методы подобия и размерности в применении к процессам массообмена.

Раздел 4. Тепловое излучение. 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.

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. 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. 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.

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

5 Перечень тем практических занятий

№ раздела/темы дисциплины	Темы практических занятий	Трудоёмкость (час.)
2	1. Закон Фурье для плоской многослойной стенки. Применение метода итераций для определения температуры на границе ме-	0,5

	жду слоями стенки. 2. Расчеты линейной плотности теплового потока для цилиндрической многослойной стенки. 3 Расчет нагрева металла с применением существующих решений дифференциального уравнения теплопроводности для тел простой формы.	0,5 1
3	1. Критериальные уравнения конвективного теплообмена и условия их применения. 2. Расчет конвективного коэффициента теплоотдачи с использованием критериальных уравнений.	1 1
4	1. Схемы систем излучения и применяемые для них расчетные формулы. 2. Расчет результирующего теплового потока излучением для систем излучения с лучепрозрачной и поглощающей средой. 3. Расчеты теплового потока с использованием суммарного коэффициента теплоотдачи.	0,5 0,5 1
5	1. Теплопередача в теплообменных аппаратах. Коэффициент теплопередачи. Среднелогарфмическая разность температур между подвижными теплоносителями. Расчет плотности теплового потока при теплопередаче.	2
Итого		8

6 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела/темы дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
2	Исследование стационарной теплопроводности через плоскую двухслойную стенку.	1
2	Нагрев стальной заготовки при постоянной температуре печи	1
5	Исследование рекуперативного теплообменника.	2
Итого		4

7 Виды самостоятельной работы

На самостоятельную работу обучающихся отводится 198 часов, в том числе на подготовку к лекциям, лабораторным работам, практическим занятиям, выполнение контрольной работы, прохождение тестирований и выполнение индивидуального домашнего задания – 189 часов, подготовку к экзамену – 9 часов.

№ раздела/темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)
2	1 Изучение лекционного материала, составление конспекта	12

№ раздела/ темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудоемк ость (час.)
	лекций.	
	2 Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе.	10
	3 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	10
	4 Выполнение индивидуального домашнего задания.	10
	5 Подготовка к текущему контролю.	10
3	1 Изучение лекционного материала, составление конспекта лекций.	15
	2 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	10
	3 Выполнение индивидуального домашнего задания.	10
	4 Подготовка к текущему контролю	10
4	1 Изучение лекционного материала, составление конспекта лекций.	15
	2 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	10
	3 Выполнение индивидуального домашнего задания.	10
	4 Подготовка к текущему контролю.	10
5	1 Изучение лекционного материала, составление конспекта лекций.	20
	2 Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе.	10
	3 Выполнение контрольной работы.	10
	4 Подготовка к текущему контролю.	7
Экзамен	Подготовка к экзамену.	9
Итого, в т.ч. выполнение контрольной работы		198

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) основная литература:

1. Самохвалов Г.В. Тепломассообмен (физико-математические основы) : учебное пособие для вузов.– Новокузнецк. : СибГИУ, 2004. – 119 с. : ил.

2. Цветков, Ф. Ф. Тепломассообмен [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев – Москва : Издательский дом МЭИ, 2011. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383005637.html>

б) дополнительная литература

1. Быстрицкий Г. Ф. Основы энергетики : учебник для вузов / Г. Ф. Быстрицкий. – 3-е изд., стер. – Москва : КноРус, 2012. – 350 с. : ил.

2. Теплотехника : учебник для вузов / под ред. В. Н. Луканина. – Москва : Высшая школа, 2003. – 671 с. : ил.

3. Лаптев А. Г. Методы интенсификации и моделирования тепломассообменных процессов : учебно-справочное пособие / А. Г. Лаптев, Н. А. Николаев, М. М. Башаров. – Москва : Теплотехник, 2011. – 286 с. : ил.

в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог Научно-технической библиотеки СибГИУ [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения о всех видах литературы, поступающей в фонд НТБ СибГИУ. – Электрон. дан. – Новокузнецк, [199-]. – Режим доступа: <http://libr.sibsiu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2 Электронная библиотека СибГИУ [Электронный ресурс] : база данных содержит полнотекстовые электронные документы, поступающие в фонд НТБ СибГИУ. – Электрон. дан. – Новокузнецк, [200-]. – Режим доступа: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Загл. с экрана.

3 Университетская библиотека online [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200-]. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru>. – Загл. с экрана.

4 Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Электрон. дан. – Санкт-Петербург, [200-]. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>. – Загл. с экрана.

5 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система / ООО «Политех-ресурс». – Электрон. дан. – Москва, [200-]. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>. – Загл. с экрана.

6 Юрайт. Электронная библиотека [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200-]. – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>. – Загл. с экрана.

7 Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU : электронное периодическое издание / ООО «РУНЭБ». – Электрон. дан. – Москва, [200-]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>. – Загл. с экрана.

8 Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) [Электронный ресурс] : электронная библиотека / НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. – Электрон. дан. – Москва, [200-]. – Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru>. – Загл. с экрана.

г) программное обеспечение: ABBYYFineReader 11, «Программное обеспечение «Руконтекст», WinRAR 3.6, 7-Zip, MicrosoftOffice 2010, MicrosoftOffice 2007, MicrosoftOffice 2003.

д) информационно-справочные системы:

1 Техэксперт [Электронный ресурс] : информационно-справочная система / ООО «Кузбасский центр нормативно-технической документации». – Электрон. дан. – Кемерово, [200-]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

2 Консультант Плюс [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Электрон. дан. – Москва, [199-]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

3 Система ГАРАНТ [Электронный ресурс] : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Электрон. дан.

–Кемерово, [2016-]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

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

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины «Тепло-массообмен» включает 2 специально оборудованных компьютерных класса с выходом в Интернет, аудиторию с оборудованным мультимедийным проектором, научно-техническую библиотеку СибГИУ и т.п.

10 Методические рекомендации по организации изучения учебной дисциплины

Текущий контроль успеваемости обучающихся по учебной дисциплине «Тепломассообмен» проводится в форме аттестации на основе оценки выполнения практических и лабораторных работ, домашних заданий, результатов тестирования, контроля за посещаемостью и т.п. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине «Тепломассообмен» проводится в форме экзамена на основе оценки результатов ответов обучающихся на теоретические вопросы, составленные по всем разделам изучаемой учебной дисциплины.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом ООП по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Составитель:

ст.преподаватель

Е.В.Медведская

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры теплоэнергетики и экологии, протокол №20 от «20» марта 2018 г.

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

С.Г.Коротков

Согласовано:

старший методист
методического отдела

Приложение А

Аннотация
программы учебной дисциплины
«Тепломассообмен»
наименование дисциплины
по направлению подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
код и наименование направления подготовки (специальности)
(направленность «промышленная теплоэнергетика»)
форма обучения – заочная

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является 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 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

«Тепломассообмен» является дисциплиной базовой части учебного плана и изучается на 2 курсе.. Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении студентами дисциплин: «Химия», «Физика», «Математика». Знания и умения, приобретенные при изучении курса, используются в дисциплинах: «Гидрогазодинамика», «Тепломассообменные процессы в теплоэнергетическом оборудовании», «Тепломассообменное оборудование предприятий».

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения дисциплины «Тепломассообмен» направлен на формирование следующих компетенций:

-общекультурные компетенции:

ОК-7 - способностью к самоорганизации и самообразованию.

Структура компетенции:

- знать физическую сущность рассматриваемых в курсе вопросов;
- уметь анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции; участвовать в сборе и анализе научно-технической информации;
- владеть способностью к самоорганизации и самообразованию.

-профессиональные компетенции:

ПК-4 - способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.

Структура компетенции:

-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 математическим аппаратом для обработки и анализа полученных результатов.

-общепрофессиональные компетенции:

ОПК-2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Структура компетенции:

-знать основные законы теплопроводности, лучистого и конвективного теплообмена, массообмена при кипении и конденсации; методы расчета и область применения теплообменных аппаратов; методы интенсификации теплообмена в теплообменниках;

-уметь использовать основы системного подхода, уравнения математической физики для постановки и решения задач проектирования теплообменных аппаратов; выбирать, обосновывая свой выбор, и использовать для расчета теплообменных аппаратов конкретный метод в зависимости от особенностей системы, сравнивать результаты, полученные различными методами, оценивать их точность; выбирать методы интенсификации теплопередачи в процессе эксплуатации теплообменных аппаратов;

-владеть навыками расчёта теплообменных аппаратов; различными методами решения задач стационарной и нестационарной теплопроводности.

4 Трудоемкость учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы (216 академических часов).

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы: способы теплообмена, дифференциальные уравнения теплопроводности и его решения; система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена; применение методов подобия и размерностей к изучению процессов конвективного теплообмена; теплоотдача и гидравлическое сопротивление при вынужденном течении в каналах; обтекание трубы и пучка труб;

расчет коэффициентов теплоотдачи при свободной конвекции; теплообмен при фазовых превращениях; теплообмен излучением; сложный теплообмен; массообмен; математическое описание и аналогия процессов массо- и теплообмена; гидравлический расчет теплообменных аппаратов.

6 Формы организации учебного процесса

Лекции, лабораторные работы, практические занятия, контрольная работа, самостоятельная работа, консультации.

7 Виды промежуточной аттестации

Экзамен на 2 курсе.

8 Составитель:

Ст.преподаватель Е.В.Медведская

**Дополнения и изменения к программе учебной дисциплины Тепло-
массообмен
основной образовательной программы
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
код наименование основной образовательной программы
на период 2017 – 2021 г.г.**

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.