

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 18.04.2024 15:55:46
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТОМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Председатель КСН

 О.А.Степанов

« 30 » 04 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Тепломассообмен

направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

направленность (профиль): Промышленная теплоэнергетика

форма обучения: очная, заочная

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 30.08.2021г. и требованиями ОПОП _13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» к результатам освоения дисциплины

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры промышленной теплоэнергетики

Протокол № 12 от «30» 08 2021 г.

Заведующий кафедрой  О.А.Степанов

Рабочую программу разработал:

Б.Г. Аксенов, профессор кафедры ПТ,
д.ф.-м.н., профессор



1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины:

- ознакомление обучающихся с основными моделями переноса теплоты и массы в подвижной и неподвижной среде;
- изучение методов расчёта: количества передаваемой теплоты и массы, температурного поля и концентрации смесей, основанных на этих моделях;
- ознакомление обучающихся с методами экспериментального изучения процессов тепломассообмена и определения свойств рабочих тел и материалов.

Задачи дисциплины:

- обучение обучающихся с процессами передачи теплоты (массы);
- развитие способности обучающихся к физическому и математическому моделированию процессов передачи теплоты (массы), осуществляемых в реальных физических объектах, особенно в установках энергетики и промышленных объектах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

- знание математики физики и гидрогазодинамики,
- умения решать математические, физические и гидродинамические задачи,
- владение методами и способами решения математических, физических и гидродинамических задач, необходимых при изучении основных понятий и законов тепломассообмена.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Математика», «Физика», «Гидрогазодинамика» и служит основой для освоения дисциплин «Нагнетатели и тепловые двигатели», «Тепломассообменное оборудование предприятий», «Котельные установки и парогенераторы».

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины/модуля направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикаторов достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-3 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-3.6. Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы	Знать (З1): основные закономерности теплообмена
		Уметь (У1): применять знание законов и методов теплообмена при расчетах теплотехнических устройств
		Владеть (В1): навыком выбора режима работы теплотехнических устройств с минимальными энергетическими затратами

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 7/7 зачетных единиц, 252/252 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	2,3/4,5	16/18	16/18	16/18	60/27	экзамен/ экзамен
заочная	3/5,6	4/6	6/8	2/4	87/117	экзамен/ экзамен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.

очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
4 семестр									
1	1	Формы передачи теплоты. Теплопроводность	6	6	6	10	28	ОПК-3.6	Устный опрос
2	2	Стационарная теплопроводность	2	2	2	10	16	ОПК-3.6	Контрольная работа
3	3	Нестационарная теплопроводность	4	4	4	10	22	ОПК-3.6	Контрольная работа
4	4	Радиация	4	4	4	10	22	ОПК-3.6	Контрольная работа
5	Экзамен		-	-	-	36	36		
6	Курсовая работа		-	-	-	20	20		
Итого за семестр			16	16	16	96	144		
5 семестр									
7	5	Конвекция	6	6	6	6	24	ОПК-3.6	Контрольная работа
8	6	Теплообмен при кипении	4	4	4	7	19	ОПК-3.6	Индивидуаль

									ная работа
9	7	Теплообмен при конденсации	4	4	4	7	19	ОПК-3.6	Контрольная работа
10	8	Теплообменные аппараты	4	4	4	7	19	ОПК-3.6	Контрольная работа
11	Экзамен		-	-	-	27	27		
Итого за семестр			18	18	18	54	108		
Итого:			34	34	34	150	252		

заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.2

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
5 семестр									
1	1	Формы передачи теплоты. Теплопроводность	1	2	2	30	35	ОПК-3.6	Контрольная работа
2	2	Стационарная теплопроводность	1	2	-	14	17	ОПК-3.6	Индивидуальная работа
3	3	Нестационарная теплопроводность	1	1	-	21	23	ОПК-3.6	Контрольная работа
4	4	Радиация	1	1	-	22	24	ОПК-3.6	Контрольная работа
5	Экзамен		-	-	-	9	9		
Итого за семестр			4	6	2	96	108		
6 семестр									
6	5	Конвекция	2	2	2	30	36	ОПК-3.6	Контрольная работа
7	6	Теплообмен при кипении	1	2	-	17	20	ОПК-3.6	Индивидуальная работа
8	7	Теплообмен при конденсации	1	2	-	10	13	ОПК-3.6	Контрольная работа
9	8	Теплообменные аппараты	2	2	2	30	36	ОПК-3.6	Контрольная работа
10	Курсовая работа		-	-	-	30	30		
11	Экзамен		-	-	-	9	9		
Итого за семестр			6	8	4	126	144		
Итого:			10	14	6	222	252		

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. «Формы передачи теплоты. Теплопроводность». Процессы теплообмена в технологических установках, энергетике, природе. Теплопроводность, конвекция и радиация. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности.

Раздел 2. «Стационарная теплопроводность». Стационарный режим передачи теплоты. Расчёт температурных полей и количества передаваемой теплоты в плоской и цилиндрической стенке. Теплопроводность стержня.

Раздел 3. «Нестационарная теплопроводность». Нагревание (охлаждение) пластины. Частные случаи. Нагревание (охлаждение) цилиндра. Нагревание (охлаждение) шара. Расчёт темпа охлаждения тела и его применение для определения коэффициентов теплопроводности и

температуропроводности.

Раздел 4. «Радиация». Основные законы излучения и их применение в технологических установках. Теплообмен между пластинами. Угловые коэффициенты излучения. Расчёт количества передаваемой теплоты при различных внешних условиях.

Раздел 5. «Конвекция». Общие положения конвективного теплообмена. Применение теории размерностей при изучении конвективного теплообмена. Учёт различных факторов и их влияния на критериальные уравнения. Особенности течения и теплообмена в трубах различной формы.

Раздел 6. «Теплообмен при кипении». Особенности теплообмена при фазном переходе. Образование пузырьков и влияние степени перегрева. Кипение на поверхности при разных условиях и степени перегрева. Кипение в трубах и на поверхности. Уравнения для расчёта количества передаваемой теплоты.

Раздел 7. «Теплообмен при конденсации». Условия протекания процесса конденсации.

Конденсация на плоской поверхности. Конденсация движущегося пара внутри труб. Конденсация на поверхности труб.

Раздел 8. «Теплообменные аппараты». Теплопередача, влияние различных факторов на количество теплоты. Тепловой баланс теплообменного аппарата. Средняя разность температур. Расчёт первого и второго рода. Особенности расчёта деаэраторов, котлов утилизаторов, пластинчатых аппаратов.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Тема лекции
		ОФО	ЗФО	
1	1	6	1	Формы передачи теплоты. Теплопроводность
2	2	2	1	Стационарная теплопроводность
3	3	4	1	Нестационарная теплопроводность
4	4	4	1	Радиация
5	5	6	2	Конвекция
6	6	4	1	Теплообмен при кипении
7	7	4	1	Теплообмен при конденсации
8	8	4	2	Теплообменные аппараты
Итого:		34	10	

Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Тема практического занятия
		ОФО	ЗФО	
1	1	6	2	Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности
2	2	2	2	Расчёт температурных полей и количества передаваемой теплоты в плоской и цилиндрической стенке.

				Теплопроводность стержня
3	3	4	1	Нагревание (охлаждение) пластины. Частные случаи. Нагревание (охлаждение) цилиндра
4	4	4	1	Основные законы излучения. Теплообмен между пластинами
5	5	6	2	Применение теории размерностей. Особенности течения и теплообмена в трубах
6	6	4	2	Кипение в трубах и на поверхности
7	7	4	2	Конденсация на плоской поверхности и внутри труб
8	8	4	2	Тепловой и гидравлический расчет теплообменного аппарата
Итого:		34	14	

Лабораторные работы

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	
1	1	6	2	Определение коэффициента теплопроводности методом плоского слоя
2	2	2	-	Определение коэффициента теплопроводности методом цилиндрического слоя
3	3	4	-	Экспериментальное определение коэффициента температуропроводности методом регулярного режима
4	4	4	-	Исследование особенностей лучистого теплообмена между твердыми телами
5	5	6	2	Исследование теплоотдачи от нагретой трубы к воздуху в условиях свободной конвекции
6	6	4	-	Исследование теплообмена при кипении
7	7	4	-	Исследование теплообмена при конденсации
8	8	4	2	Теплообменные аппараты
Итого:		34	6	

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО		
1	1	10	30	Формы передачи теплоты. Теплопроводность	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Оформление отчета к лабораторной работе.
2	2	10	14	Стационарная теплопроводность	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторной работе.
3	3	10	21	Нестационарная теплопроводность	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Оформление отчета к лабораторной работе.
4	4	10	22	Радиация	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторной работе.
5	5	6	30	Конвекция	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Оформление отчета к лабораторной работе.
6	6	7	17	Теплообмен при кипении	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Оформление отчета к лабораторной работе.
7	7	7	10	Теплообмен при конденсации	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Оформление отчета к лабораторной работе.
8	8	7	30	Теплообменные аппараты	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Оформление отчета к лабораторной работе.
9	Курсовая	20	30		Выполнение и подготовка к защите

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО		
	работа				курсовой работы
10	Экзамены	63	18		Подготовка к экзамену
	Итого:	150	222		

5.2.3. Преподавание дисциплины/модуля ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- Традиционные образовательные технологии: информационные лекции; практические занятия; лабораторные работы.
- Технологии проблемного обучения: практические занятия в форме практикума.
- Информационно-коммуникационные образовательные технологии: лекция-визуализация.

6. Тематика курсовых работ

Тепловой и гидравлический расчет теплообменного аппарата воздушного охлаждения.

7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
3 семестр		
1 текущая аттестация		
1	Работа на практических занятиях	3
2	Выполнение контрольной работы	10
3	Выполнение индивидуальной работы	12
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	25
2 текущая аттестация		
4	Работа на практических занятиях	5
5	Выполнение контрольной работы	10
6	Выполнение индивидуальной работы	15
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	30
3 текущая аттестация		
7	Работа на практических занятиях	5
8	Выполнение контрольной работы	10
9	Выполнение индивидуальной работы	15
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	45
	ВСЕГО	100

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
4 семестр		
1 текущая аттестация		
1	Работа на практических занятиях	3
2	Выполнение контрольной работы	10
3	Выполнение индивидуальной работы	12
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	25
2 текущая аттестация		
4	Работа на практических занятиях	5
5	Выполнение контрольной работы	10
6	Выполнение индивидуальной работы	15
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	30
3 текущая аттестация		
7	Работа на практических занятиях	5
8	Выполнение контрольной работы	10
9	Выполнение индивидуальной работы	15
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	45
	ВСЕГО	100

8.3. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся заочной формы обучения представлена в таблице 8.2.

Таблица 8.2

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
5 семестр		
1	Выполнение контрольной работы (аудиторная)	35
2	Выполнение индивидуальной работы (домашнее задание)	65
	ВСЕГО	100
6 семестр		
1	Выполнение контрольной работы (аудиторная)	35
2	Выполнение индивидуальной работы (домашнее задание)	65
	ВСЕГО:	100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

9.2.1. Единое окно доступа к ЭБС ТИУ [Электронный ресурс]: URL: <http://www.lib.tyuiu.ru>

9.2.2. web-каталог Библиотечно-издательского комплекса ТИУ [Электронный ресурс]: URL: <http://www.webirbis.tsogu.ru>

9.2.3. Полнотекстовая база данных ТИУ [Электронный ресурс]:

URL: <http://www.elib.tyuiu.ru>

8.2.4. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]:

URL: <http://www.e.lanbook.com>

8.2.5. Научная электронная библиотека e-library.ru [Электронный ресурс]:

URL: <http://www.e-library.ru>

8.2.6. ЭБС IPRbooks [Электронный ресурс]: URL: <http://www.iprbookshop.ru>

9.2.7. ЭБС «Юрайт» [Электронный ресурс]: URL: <http://www.biblio-online.ru>

9.2.8. ЭБС «Консультант студент» [Электронный ресурс]: URL: <http://www.studentlibrary.ru>

9.2.9. Правовая база «Консультант-Плюс» [Электронный ресурс]:

URL: <http://www.consultant.ru>

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

Операционная система Microsoft Windows

Zoom (бесплатная версия)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины/модуля	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины/модуля (демонстрационное оборудование)
1	Учебные аудитории для проведения занятий аудиторного типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная мебель, доска аудиторная)	Ноутбук Операционная система Microsoft Windows Пакет программ Microsoft Office Программа AutoCad ZOOM Локальная сеть университета
2	Оборудование для демонстрации презентаций: Проектор InFocus, Экран Projecta ручной, наглядные пособия	Ноутбук Операционная система Microsoft Windows
3	Лаборатория кафедры ПТ (учебная мебель, доска аудиторная)	Лабораторное и экспериментальное оборудование Ноутбук Операционная система Microsoft Windows
4	Читальный зал библиотеки	Каталог ЭБС, Справочно-правовая система «Консультант-Плюс»

11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к практическим, лабораторным занятиям.

Практические занятия организуются с использованием интерактивных методов обучения (разбор практических ситуаций, деловые игры, работа в группе). Практические занятия

предполагают совмещение информационной подготовки и решение проблемных ситуаций с последующим их анализом. Одной из основных функций такого занятия является: развивающая – развитие критического, творческого мышления, умение убеждать, обосновывать, отстаивать свою точку зрения. Для эффективной работы, обучающиеся должны заранее изучить все вынесенные на занятие вопросы и подготовиться к выступлению по каждому из вопросов в объеме 3-5 минут. В процессе подготовки к практическим занятиям, обучающиеся могут обращаться к консультациям преподавателя.

12.11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в выполнении заданий для индивидуального освоения. Преподаватель на занятии предлагает темы и методы решения различных учебных задач, необходимые для освоения материала. Для эффективного выполнения самостоятельной работы обучающемуся необходимо конспектировать, подбирать примеры, сравнивать, устанавливать межпредметные связи, использовать дополнительную литературу, перефразировать, составлять понятийное дерево цели. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.).

Методические рекомендации к выполнению курсовой работы:

Тепловой и гидравлический расчет теплообменного аппарата воздушного охлаждения: методические указания к курсовой работе по дисциплине "Техническая термодинамика" для студентов направления подготовки 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" всех форм обучения / ТИУ ; сост.: О. А. Степанов, Н. С. Бессонова. - Тюмень : ТИУ, 2017. - 36 с. URL: <http://elib.tyuiu.ru/wp-content/uploads/data/2017/09/05/17-107.pdf/> - Текст: электронный.

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина Тепломассообмен

Код, направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Направленность (профиль) Промышленная теплоэнергетика

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
ОПК-3	ОПК-3.6 Знать (З1): основные закономерности теплообмена	обучающийся не овладел основными знаниями в соответствии с требованиями программы и отвечает правильно менее чем на половину поставленных вопросов	обучающийся недостаточно полно овладел знаниями согласно программы, допускает ошибки при ответе на половину из поставленных вопросов.	обучающийся достаточно полно овладел знаниями согласно программы, но допускает ошибки при ответе на некоторые из поставленных вопросов или допускает неточности.	обучающийся полно овладел знаниями согласно программы, на вопросы дает полные и развернутые ответы.
	ОПК-3.6 Уметь (У1): применять знание законов и методов теплообмена при расчетах теплотехнических устройств	обучающийся решает поставленные задачи допуская грубые ошибки в формулах и выполняя неправильные расчеты	обучающийся решает поставленные задачи с многочисленными ошибками и неточностями, ошибается при написании единиц измерения.	обучающийся решает поставленные задачи, допустив небольшие неточности, решение не достаточно развернуто или неточности в единицах измерения.	обучающийся решает задачи, представляя развернутое решение, а так же все вычисления выполнены верно.
	ОПК-3.6 Владеть (В1): навыком выбора режима работы теплотехнических устройств с минимальными энергетическими затратами	обучающийся не овладел навыком выбора режима работы теплотехнических устройств с минимальными энергетическими затратами.	обучающийся овладел навыком выбора режима работы теплотехнических устройств, но выполняет с ошибками.	обучающийся овладел навыком выбора режима работы теплотехнических устройств, но при выполнении работы допускает небольшие неточности	обучающийся овладел навыком выбора режима работы теплотехнических устройств с минимальными энергетическими затратами

КАРТА

обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина Тепломассообмен

Код, направление подготовки/специальность 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Направленность/специализация профиль «Промышленная теплоэнергетика»

Набор 2021 года, очная/заочная форма, 2/3 курс, 3,4/5,6 семестр

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих	Обеспеченность обучающихся литературой	Наличие электронного варианта в ЭБС
1.	Цветков Ф.Ф. Тепломассообмен : учебник для вузов / Цветков Ф. Ф. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01172-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011720.html	ЭР*	30	100	+
2.	Дерюгин, В. В. Тепломассообмен : учебное пособие для вузов / В. В. Дерюгин, В. Ф. Васильев, В. М. Уляшева. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-8109-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/171853	ЭР*	30	100	+
3.	Тепловой и гидравлический расчет теплообменного аппарата воздушного охлаждения : методические указания к курсовой работе по дисциплине "Техническая термодинамика" для студентов направления подготовки 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" всех форм обучения / ТИУ ; сост.: О. А. Степанов, Н. С. Бессонова. - Тюмень : ТИУ, 2017. - 36 с.	5+ЭР*	30	100	+

*ЭР – электронный ресурс доступный через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>

Заведующий кафедрой ПТ  О.А.Степанов

« 30 » 08 2021 г.

Директор БИК _____ Д.Х. Каюкова

« 30 » 08 2021 г.

М.П.

Согласовано БИК  М.Н. Вайнбергер

