

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ Е.И.Луковникова

_____ 05 июня _____ 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.13 Тепломассообменное оборудование предприятий

Закреплена за кафедрой **Энергетики**

Учебный план bz130301_23_ПТЭ.plx

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **7 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:

Курсовой проект 4, Экзамен 4

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4		Итого	
	уп	рп		
Лекции	8	8	8	8
Лабораторные	4	4	4	4
Практические	10	10	10	10
В том числе инт.	6	6	6	6
В том числе в форме практ.подготовки	14	14	14	14
Итого ауд.	22	22	22	22
Контактная работа	22	22	22	22
Сам. работа	221	221	221	221
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	252	252	252	252

Программу составил(и):
асс., Кижин Вадим Владиславович _____
Рабочая программа дисциплины

Тепломассообменное оборудование предприятий

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

составлена на основании учебного плана:

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
утвержденного приказом ректора от 17.02.2023 № 72.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Энергетики

Протокол от 21.04.2023г. №10

Срок действия программы: 2023-2028уч.г.

Зав. кафедрой Булатов Ю.Н.

Председатель МКФ

старший преподаватель Латушкина С.В. 24.04.2023г.№9

Ответственный за реализацию ОПОП _____ Булатов Ю.Н.

Директор библиотеки _____ Сотник Т.Ф.
(подпись)

№ регистрации _____ 42 _____
(методический отдел)

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Получить материал необходимый для проектирования и эксплуатации, современных теплообменников установок. Материал дает основу для дипломного проектирования. Научить будущих бакалавров владеть методами расчета теплотехнологических схем, процессов и аппаратов; источниками и методами использования вторичных энергоресурсов; системами для защиты окружающей среды; правилами по оформлению проектно-конструкторской документации.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.В.13
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Источники теплоснабжения	
2.1.2	Тепломассообмен	
2.1.3	Физика	
2.1.4	Теоретическая и прикладная механика	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Охрана окружающей среды при работе теплоэнергетических объектов	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Производственная (преддипломная) практика	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-1: Готов к выполнению гидравлических расчетов, расчетов тепловых схем выбором оборудования и арматуры для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей

Индикатор 1	ПК-1.1. Выполняет гидравлический расчет, расчет тепловых схем;
Индикатор 2	ПК-1.2. Выбирает оборудование и арматуру для проектирования технологических решений котельных;
Индикатор 3	ПК-1.3. Выбирает оборудование и арматуру для центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей.
ПК-3: Способен к ведению заданного режима работы оборудования ТЭС	
Индикатор 1	ПК-3.1. Соблюдает заданный режим работы оборудования ТЭС

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	приборы и схемы для измерения теплоэнергетических величин; технологические процессы в области теплообмена; основные подходы к расчету и проектированию теплообменного оборудования; источники научно-технической информации по методикам расчета, нормативным документам и оборудованию в области теплообмена; характеристики работы оборудования ТЭС; типы и устройство промышленных теплоэнергетических установок; особенности режимов работы оборудования ТЭС.
3.2	Уметь:
3.2.1	самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи; осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы для проектирования и поверочных расчетов; провести поверочный или конструктивный расчет теплообменного и другого оборудования; оценить технико-экономические характеристики технологического процесса; выполнять заданные графики электрической и тепловой нагрузки при соблюдении экономичности, экологичности, надежности и безопасности; планирование, нормирование и анализ технико-экономических и других показателей ТЭС.
3.3	Владеть:
3.3.1	- стандартными методиками расчета теплообменного оборудования; простейшими приемами решения типовых теплотехнических задач на применение основных физических законов и численных алгоритмов; навыками чтения технических чертежей и технологических схем оборудования; методиками регулирования режимов работ, различных теплоэнергетических установок; навыками чтения технических чертежей и технологических схем оборудования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
-------------	-------------	-----------------------------	----------------	-------	-------------	------------	------------	------------

	Раздел	Раздел 1. Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий						
1.1	Лек	Процессы: нагревание, охлаждение, кипение, сублимация, выпаривание, конденсация, испарения, плавление, сушка, разделение; их теплофизическая сущность, принципы расчета. Теплообменные аппараты и их классификация: по способу теплообмена (рекуперативные, регенеративные, контактные); по времени действия; по назначению.	4	0,3	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
1.2	Лек	Тепловые трубы и термосифоны, эжекторы, вихревые трубы. Теплообменные и теплообменные установки: тепловые пункты (бойлерные); подогревательные, конденсационные и холодильные, выпарные, опреснительные, дистилляционные, ректификационные, сушильные и другие установки.	4	0,3	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0,3	лекция – беседа ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
1.3	Ср	Подготовка к практическим работам, курсовому проекту и экзамену	4	15	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
1.4	Экзамен		4	1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
	Раздел	Раздел 2. Теплоносители, их свойства, область применения						
2.1	Лек	Теплоносители: основные свойства, области рационального применения.	4	0,3	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
2.2	Ср	Подготовка к практическим работам, курсовому проекту и экзамену	4	15	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
2.3	Экзамен		4	1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
	Раздел	Раздел 3. Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия						

3.1	Лек	Краткий обзор и роль отечественных ученых в развитии промышленных теплообменных установок. Конструкции рекуперативных теплообменников (трубчатых, кожухотрубчатых, пластинчатых, спиральных).	4	0,3	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
3.2	Лек	Рекуперативные аппараты периодического действия; их тепловые балансы, графики температур и нагрузки. Методы интенсификации теплообмена. Тепловые трубы и термосифоны; область их применения.	4	0,3	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
3.3	Ср	Подготовка к практическим работам, курсовому проекту и экзамену	4	15	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
3.4	Экзамен		4	1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
	Раздел	Раздел 4. Регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками, газожидкостные и жидкостно-жидкостные						
4.1	Лек	Регенеративные теплообменные аппараты и установки. Аппараты с неподвижной насадкой и подвижной насадкой. Роторные аппараты, с кипящим слоем, с активной насадкой, контактные. Перспективы развития регенеративных аппаратов.	4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0,5	лекция – беседа ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
4.2	Лек	Особенности теплообмена, температурные режимы, поля температур, тепловой расчет регенеративных теплообменников. Методика расчета аппаратов с кипящим слоем. Назначение и виды обезвоживания. Области применения сушки.	4	0,3	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
4.3	Лек	Свойства влажных материалов как объектов сушки. Общие сведения о процессе сушки. Кинетика сушки. Динамика сушки. Материальный и тепловой балансы конвективных сушильных установок. Теплотехнологические схемы установок.	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1

4.4	Лек	Построение процессов сушки в h-d диаграмме. Аппаратурно-технологическое оформление процессов сушки. Сушка жидкотекучих, твердых, дисперсных, ленточных материалов. Перспективы развития сушильной техники. Сушильная техника в системе защиты окружающей среды.	4	0,2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
4.5	Лаб	Тепловой баланс муфельной электропечи	4	2	ПК-1 ПК-3	Л1.2Л3.2 Э1 Э2	1	сотрудничества в малых группах ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
4.6	Ср	Подготовка к практическим работам, курсовому проекту и экзамену	4	15	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
4.7	Экзамен		4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
	Раздел	Раздел 5. Смесительные теплообменники: конструкции, принцип действия, режимы эксплуатации						
5.1	Лек	Смесительные теплообменные аппараты и установки: конденсаторы смешения, скрубберы полые и насадочные, кондиционеры, градирни. Конструкции аппаратов.	4	0,3	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
5.2	Лек	Адиабатные установки, испарители с гидрофобным теплоносителем, барботажнопенные установки, установки с погружными горелками. Конструкции аппаратов.	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
5.3	Лек	Материальные и тепловые балансы. Методы и алгоритмы расчета аппаратов. Конвективная сушка.	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
5.4	Ср	Подготовка к практическим работам, курсовому проекту и экзамену	4	15	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
5.5	Экзамен		4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
	Раздел	Раздел 6. Тепловой, гидравлический, прочностной расчеты рекуперативных теплообменников						

6.1	Лек	Тепловой, конструктивный и поверочный расчеты теплообменников. Основные элементы и узлы теплообменников.	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
6.2	Лек	Гидравлический расчет аппаратов. Аппараты с развитыми поверхностями теплообмена, способы их изготовления.	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
6.3	Ср	Подготовка к практическим работам, курсовому проекту и экзамену	4	20	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
6.4	Экзамен		4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
	Раздел	Раздел 7. Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки; принцип действия						
7.1	Лек	Физические основы процессов выпаривания. Свойства растворов.	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
7.2	Лек	Схемы выпарных установок с аппаратами поверхностного типа: прямоточные, противоточные, смешанные, непрерывного и периодического действия; с конденсатором, с противодавлением, с ухудшенным вакуумом, с тепловым насосом.	4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0,5	круглый стол (дискуссия) ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
7.3	Ср	Подготовка к практическим работам, курсовому проекту и экзамену	4	15	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
7.4	Экзамен		4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
	Раздел	Раздел 8. Основные конструкции аппаратов, тепловые схемы и установки						
8.1	Лек	Схемы подогрева раствора. Оптимальное число ступеней установки. Рациональные схемы использования вторичного тепла. Конструкции выпарных аппаратов.	4	0,3	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0,3	круглый стол (дискуссия) ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
8.2	Ср	Подготовка к практическим работам, курсовому проекту и экзамену	4	15	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
8.3	Экзамен		4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1

	Раздел	Раздел 9. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации; основы теплового расчета						
9.1	Лек	Физико-химические и термодинамические основы процесса выпаривания и кристаллизации.	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
9.2	Лек	Материальный баланс, определение количества выпаренной влаги и концентрации раствора; тепловой расчет многоступенчатой выпарной установки (МВУ).	4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0,1	круглый стол (дискуссия) ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
9.3	Лек	Теплотехнологические выбросы. Выпарные установки в схемах очистки сточных вод.	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
9.4	Пр	Тепловой расчет трехкорпусной выпарной уста-новки.	4	4	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	0,5	Работа в малых группах ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
9.5	Ср	Подготовка к практическим работам, курсовому проекту и экзамену	4	15	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
9.6	Экзамен		4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
9.7	КП		4	0	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
	Раздел	Раздел 10. Перегонные и ректификационные установки; конструкции и принцип действия аппаратов; физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректифика-ции						
10.1	Лек	Общие сведения о перегонке и ректификации.	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
10.2	Лек	Физико-химические свойства бинарных смесей. Особенности процессов кипения и конденсации бинарных смесей.	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
10.3	Лек	Азеотропные смеси. Дистилляция.	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
10.4	Ср	Подготовка к практическим работам, курсовому проекту и экзамену	4	15	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1

10.5	Экзамен		4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
	Раздел	Раздел 11. Фазовые диаграммы состояния смесей жидкостей: основы кинематики массообмена; материальный и тепловой расчет установки						
11.1	Лек	Диаграмма состояния t-y-x и диаграмма равновесия y-x бинарных смесей. Процессы в ректификационных установках и их изображение на t-y-x и y-x диаграммах. Дефлегмация и ректификация.	4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3.2 Э1 Э2	0,1	лекция-беседа ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
11.2	Лек	Схемы ректификационных установок для двойных и тройных смесей. Экстрактивная ректификация.	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
11.3	Лек	Конструкция тарельчатых, ситчатых и насадочных колонн. Определение числа тарелок в колонне. Влияние флегмового числа на экономику при проектировании и эксплуатации колонны.	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
11.4	Лек	Тепловой баланс ректификационных установок.	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
11.5	Лек	Охрана труда и противопожарная техника при ректификации. Перегонка в процессах обезвреживания промстоков.	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
11.6	Ср	Подготовка к практическим работам, курсовому проекту и экзамену	4	14	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
11.7	Экзамен		4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
	Раздел	Раздел 12. Сушильные установки, понятие о процессе сушки, формы связи влаги с материалом, основы кинетики и динамики сушки, принципиальные схемы и конструкции сушильных установок						
12.1	Лек	Сушильные установки, понятие о процессе сушки, формы связи влаги с материалом. Основы кинетики и динамики сушки.	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3.2 Э1 Э2	0,1	лекция - беседа ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
12.2	Лек	Принципиальные схемы и конструкции сушильных установок	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1

12.3	Лаб	Изучение процесса конвективной сушки влажных материалов	4	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2	1	сотрудничества в малых группах ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
12.4	Пр	Расчет барабанной сушильной установки для сушки сыпучего материала (с использованием ЭВМ).	4	4	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	0,5	сотрудничества в малых группах ППК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
12.5	Ср	Подготовка к практическим работам, курсовому проекту и экзамену	4	12	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
12.6	Экзамен		4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
12.7	КП		4	0	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
	Раздел	Раздел 13. Тепловой баланс конвективной сушильной установки, построение процесса сушки в h-d диаграмме влажного газа						
13.1	Лек	Тепловой баланс конвективной сушильной установки, построение в H-d диаграмме влажного воздуха	4	0,1	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3.2 Э1 Э2	0,1	лекция-беседа ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
13.2	Пр	Расчет конвективных сушилок.	4	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	1	сотрудничества в малых группах ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
13.3	Ср	Подготовка к практическим работам, курсовому проекту и экзамену	4	10	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
13.4	Экзамен		4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
13.5	КП		4	0	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
	Раздел	Раздел 14. Теплообменники-утилизаторы для использования теплоты вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента, низкопотенциальных вторичных энергоресурсов						

14.1	Лек	Оборудование для перемещения и разделения неоднородных жидкостей. Питатели. Пылеочистительные устройства. Брызгоотделители. Конденсатоотводчики. Сосуды и резервуары.	4	0,3	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
14.2	Лек	Теплообменники – утилизаторы для использования теплоты вентиляционных выбросов.	4	0,3	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
14.3	Ср	Подготовка к практическим работам, курсовому проекту и экзамену	4	15	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
14.4	Экзамен		4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
	Раздел	Раздел 15. Основные конструкции, принцип действия, основы расчета и подбора стандартного оборудования; вспомогательное оборудование						
15.1	Лек	Расчет и выбор стандартного основного и вспомогательного оборудования.	4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
15.2	Лек	Основные конструкции, принцип действия, основы расчета и подбора стандартного оборудования; вспомогательного оборудования.	4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3. 2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
15.3	Ср	Подготовка к практическим работам, курсовому проекту и экзамену	4	15	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1
15.4	Экзамен		4	0,5	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2	0	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология коллективного взаимодействия (работа в малых группах) (самостоятельное изучение обучающимися нового материала посредством сотрудничества в малых группах, дает возможность всем участникам участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения)

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа)

Образовательные технологии с использованием интерактивных методов обучения (круглый стол (дискуссия))

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

Лабораторная работа №1 "Тепловой баланс муфельной электропечи"

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Перечислите статьи расхода тепла в электропечи.
2. Перечислите статьи прихода тепла в электропечи.
3. Две садки с одинаковой массой и теплофизическими параметрами подвергаются нагреву до одной и той же температуры. В первом случае нагрев протекает без плавления, во втором случае – с плавлением образца. В каком случае полезно израсходованное тепло меньше (больше) и почему?

4. Как сказывается наличие муфеля на потери тепла через футеровку?
 5. Как определить тепловые потери футеровки, если последняя работает в нестационарном режиме теплопроводности?
 6. В результате расчета количества тепла, аккумулированного футеровкой за цикл нагре-ва, получилась отрицательная величина. Что это значит?
 7. Как уменьшить тепловую инерционность печи?
- Лабораторная работа №2 "Изучение процесса конвективной сушки влажных материалов"
- Контрольные вопросы для самопроверки:
1. Какой технологический процесс называется сушкой?
 2. Что является движущей силой процесса сушки?
 3. Что называется скоростью сушки?
 4. Чем определяется скорость сушки в первом периоде? Как иначе называется этот пери-од сушки? При каких условиях скорость сушки в первом периоде постоянна?
 5. Чем определяется скорость сушки во втором периоде? Как иначе называют этот пери-од сушки?
 6. Что такое равновесное влагосодержание материала и от чего зависит его величина? Что такое критическое влагосодержание материала?
 7. Что такое относительная влажность воздуха?
 8. По показаниям каких приборов и как можно найти относительную влажность воздуха, пользуясь диаграммой Рамзина?

6.2. Темы письменных работ

Курсовой проект:

Расчет барабанной сушильной установки для сушки сыпучих материалов

Цель курсового проекта:

1. Освоить и закрепить методику расчёта барабанной сушильной установки для сушки сыпучих материалов;
2. По полученным данным научиться выбирать тип и конструкцию барабанной сушиль-ной установки.

Задание:

Рассчитать, выбрать тип и конструкцию барабанной сушильной установки для сушки сыпучих материалов.

Порядок выполнения:

Для выполнения курсового проекта обучающимся выдаётся индивидуальное задание по расчету барабанной сушильной установки для сушки сыпучих материалов.

Готовый курсовой проект сдается преподавателю на проверку за 2 недели до начала экзаменационной сессии. Результатом проверки могут быть:

- «допущен к защите»;
- «допущен к защите после доработки по замечаниям»;
- «не допущен к защите».

Если после проверки курсовой проект рекомендован преподавателем к защите, то следу-ет подготовиться к ее защите.

В случае выявления при проверке ошибок и неточностей, обучающиеся допускается к защите курсового проекта только после их устранения.

В последнем случае требуется переделать курсовой проект в соответствии с предъявляе-мыми требованиями. Если курсовой проект не рекомендована преподавателем к защите, то после переработки работа вновь сдается на проверку.

Без защиты курсового проекта обучающиеся не допускается к сдаче экзамена по дисцип-лине.

Защита курсового проекта производится в часы, определенные в соответствии с распи-санием занятий.

На защите курсового проекта обучающиеся в краткой форме излагает основные резуль-таты, полученные в ходе его выполнения и практическую значимость выполненного проекта, отвечает на возникшие в ходе защиты вопросы.

Рекомендации по выполнению курсового проекта.

Структура расчетно-пояснительной записки может варьироваться в зависимости от темы курсового проекта, но в общем случае она состоит из следующих частей и разделов:

- 1) титульный лист;
- 2) задание на курсовое проектирование;
- 3) содержание;
- 4) введение.
- 5) тепловой и материальный расчет сушильной установки.
- 6) конструктивный расчет.
- 7) механический расчет.
- 8) расчет тепловой изоляции.
- 9) аэродинамический расчет.
- 10) выбор вспомогательного оборудования.
- 11) техника безопасности при эксплуатации сушильных установок.
- 12) расчет на ПВМ.
- 13) заключение.
- 14) список использованной литературы.
- 15) спецификация на компоновочный чертеж,
- 16) заключение;

17) список использованной литературы.

Исходные данные: указывается тип сушилки – барабанная; высушиваемый материал; производительность цеха; топливо (теплоноситель); влагосодержание материала (начальное и конечное, %); сушильный агент - смесь топочных газов с воздухом; температура сушильного агента (на входе в сушилку и на выходе из сушилки, оС); напряженность во влаге (кг/м³хч); место работы сушильного (цеха, город); рекомендуемый тип насадки.

Во введении указать область применения конвективных сушильных установок, особенности, достоинства и недостатки данного типа сушилок; более подробно остановиться на конструкции конвективной барабанной сушильной установки.

Основная часть: Тепловой расчет сушилки необходимо выполнить графо-аналитическим методом с помощью Н-d (диаграммы Рамзина) и нанести процесс действительной сушилки на диаграмму с учетом потерь тепла ($\square < 0$), определяют удельный расход воздуха, удельный расход тепла и из уравнения теплового баланса определяют расход топлива.

Механический расчет сушилок сводится к проверке на прочность корпуса сушилки, а также основных ее узлов и деталей под действием различных нагрузок. В разделе «Расчет тепловой изоляции» дается описание и обоснование выбора материала тепловой изоляции и приводится расчет ее толщины. При расчете данной барабанной сушилки необходимо выбрать вентилятор для от-сасывания сушильного агента, что является задачей аэродинамического расчета. В выборе вспомогательного оборудования необходимо привести расчет циклона для очистки уходящих газов, сделать выбор транспортных устройств и топки. После раздела «Техника безопасности при эксплуатации сушильных установок» необходимо в заключении кратко остановиться на цели данного курсового проекта и тех разделах, что были выполнены в пояснительной записке, причем в каждом разделе указать, какое серийное оборудование было выбрано.

В заключении необходимо провести анализ выполненной работы. Сделать выводы по работе.

6.3. Фонд оценочных средств

Экзаменационные вопросы:

Раздел №1 "Основные виды и классификация тепломассообменного оборудования промышленных предприятий"

1.1 Процессы: нагревание, охлаждение, кипение, сублимация, выпаривание, конденсация, испарения, плавление, сушка, разделение; их теплофизическая сущность, принципы расчета.

1.2 Теплообменные аппараты и их классификация: по способу теплообмена (рекуперативные, регенеративные, контактные); по времени действия; по назначению.

1.3 Тепловые трубы и термосифоны, эжекторы, вихревые трубы.

1.4 Теплоносители: основные свойства, области рационального применения.

Раздел №2 "Теплоносители, их свойства, область применения"

2.1 Роль отечественных ученых в развитии промышленных тепломассообменных установок.

2.2 Перспективы развития регенеративных аппаратов.

2.3 Свойства влажных материалов как объектов сушки. Общие сведения о процессе сушки.

2.4 Кинетика и динамика сушки.

Раздел №3 "Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия"

3.1 Аппараты с развитыми поверхностями теплообмена, способы их изготовления.

3.2 Физические основы процессов выпаривания. Свойства растворов.

3.3 Перспективы развития выпарных аппаратов и установок.

3.4 Физико-химические и термодинамические основы процесса выпаривания и кристаллизации.

Раздел №4 "Регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками, газожидкостные и жидкостно-жидкостные"

4.1 Общие сведения о перегонке и ректификации.

4.2 Физико-химические свойства бинарных смесей.

4.3 Особенности процессов кипения и конденсации бинарных смесей.

4.4 Сушильные установки, понятие о процессе сушки, формы связи влаги с материалом.

Раздел №5 "Смесительные теплообменники: конструкции, принцип действия, режимы эксплуатации"

5.1 Основы кинетики и динамики сушки.

5.2 Оборудование для перемещения и разделения неоднородных жидкостей. Питатели. Пылеочистительные устройства. Брызгоотделители. Конденсатоотводчики. Сосуды и резервуары.

5.3 Теплообменные и тепломассообменные установки: тепловые пункты (бойлерные); подогревательные, конденсационные и холодильные, выпарные, опреснительные, дистилляционные, ректификационные, сушильные и другие установки.

5.4 Методы интенсификации теплообмена.

Раздел №6 "Тепловой, гидравлический, прочностной расчеты рекуперативных теплообменников"

6.1 Перспективы развития сушильной техники.

6.2 Сушильная техника в системе защиты окружающей среды.

6.3 Рациональные схемы использования вторичного тепла.

6.4 Конструкции выпарных аппаратов.

Раздел №7 "Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки; принцип действия"

7.1 Техно-экономические показатели МВУ.

- 7.2 Теплотехнологические выбросы.
- 7.3 Выпарные установки в схемах очистки сточных вод.
- 7.4 Охрана труда и противопожарная техника при ректификации.

Раздел №8 "Основные конструкции аппаратов, тепловые схемы и установки"

- 8.1 Перегонка в процессах обезвреживания прмостоков.
- 8.2 Теплообменники – утилизаторы для использования теплоты вентиляционных выбросов.
- 8.3 Конструкции рекуперативных теплообменников (трубчатых, кожухотрубчатых, пластинчатых, спиральных).
- 8.4 Рекуперативные аппараты периодического действия; их тепловые балансы, графики температур и нагрузки.

Раздел №9 "Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации; основы теплового расчета"

- 9.1 Тепловые трубы и термосифоны; область их применения.
- 9.2 Регенеративные теплообменные аппараты и установки. Аппараты с неподвижной насадкой и подвижной насадкой.
- 9.3 Роторные аппараты, с кипящим слоем, с активной насадкой, контактные.
- 9.4 Особенности теплообмена, температурные режимы, поля температур.

Раздел №10 "Перегонные и ректификационные установки; конструкции и принцип действия аппаратов; физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации"

- 10.1 Тепловой расчет регенеративных теплообменников.
- 10.2 Методика расчета аппаратов с кипящим слоем.
- 10.3 Назначение и виды обезвоживания. Области применения сушки.
- 10.4 Материальный и тепловой балансы конвективных сушильных установок.

Раздел №11 "Фазовые диаграммы состояния смесей жидкостей: основы кинематики массообмена; материальный и тепловой расчет установки"

- 11.1 Теплотехнологические схемы установок.
- 11.2 Построение процессов сушки в h-d диаграмме.
- 11.3 Аппаратурно-технологическое оформление процессов сушки.
- 11.4 Сушка жидкотекучих, твердых, дисперсных, ленточных материалов.

Раздел №12 "Сушильные установки, понятие о процессе сушки, формы связи влаги с материалом, основы кинетики и динамики сушки, принципиальные схемы и конструкции сушильных установок"

- 12.1 Смесительные теплообменные аппараты и установки: конденсаторы смешения, скрубберы полые и насадочные, кондиционеры, градирни. Конструкции аппаратов.
- 12.2 Адиабатные установки, испарители с гидрофобным теплоносителем, барботажно-пенные установки, установки с погружными горелками. Конструкции аппаратов.
- 12.3 Материальные и тепловые балансы. Методы и алгоритмы расчета аппаратов.
- 12.4 Конвективная сушка.

Раздел №13 "Тепловой баланс конвективной сушильной установки, построение процесса сушки в h-d диаграмме влажного газа"

- 13.1 Тепловой, конструктивный и поверочный расчеты теплообменников.
- 13.2 Основные элементы и узлы теплообменников.
- 13.3 Гидравлический расчет аппаратов.
- 13.4 Схемы выпарных установок с аппаратами поверхностного типа: прямоточные, противоточные, смешанные, непрерывного и периодического действия; с конденсатором, с противодавлением, с ухудшенным вакуумом, с тепловым насосом.

Раздел №14 "Теплообменники-утилизаторы для использования теплоты вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента, низкопотенциальных вторичных энергоресурсов"

- 14.1 Выпарные установки: адиабатные, с контактными нагревателями и погружными горелками.
- 14.2 Схемы подогрева раствора. Оптимальное число ступеней установки.
- 14.3 Сепараторы и брызгоотделители.
- 14.4 Материальный баланс, определение количества выпаренной влаги и концентрации раствора; тепловой расчет многоступенчатой выпарной установки (МВУ).

Раздел №15 "Основные конструкции, принцип действия, основы расчета и подбора стандартного оборудования; вспомогательное оборудование"

- 15.1 Располагаемая и полезная разности температур.
- 15.2 Азеотропные смеси.
- 15.3 Дистилляция.
- 15.4 Диаграмма состояния t-y-x и диаграмма равновесия u-x бинарных смесей. Процессы в ректификационных установках и их изображение на t-y-x и u-x диаграммах.
- 15.5 Дефлегмация и ректификация.
- 15.6 Схемы ректификационных установок для двойных и тройных смесей. Экстрактивная ректификация.
- 15.7 Конструкция тарельчатых, ситчатых и насадочных колонн. Определение числа тарелок в колонне. Влияние флегмового числа на экономику при проектировании и эксплуатации колонны.

- 15.8 Тепловой баланс ректификационных установок.
 15.9 Принципиальные схемы и конструкции сушильных установок
 15.10 Тепловой баланс конвективной сушильной установки, построение в H-d диаграмме влажного воздуха
 15.11 Расчет и выбор стандартного основного и вспомогательного оборудования.
 15.12 Основные конструкции, принцип действия, основы расчета и подбора стандартного оборудования; вспомогательного оборудования.

6.4. Перечень видов оценочных средств

Отчеты по лабораторным работам, Курсовой проект, экзаменационные вопросы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1. 1	Иванов В.Л., Леонтьев А.И., Манушин Э.А., Осипов М.И., Леонтьев А.И.	Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных и комбинированных установок: Учебник для вузов	Москва: Машиностроени е, 2006	30	
Л1. 2	Бакластов А.М.	Промышленные тепломассообменные процессы и установки: Учебник для вузов	Москва: Энергоатомизда т, 1986	105	

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 1	Данилов О.Л., Федяева В.Н.	Вторичные энергоресурсы. Тепломассообменное оборудование предприятий: Учебно-методическое пособие	Братск: БрГУ, 2004	98	
Л2. 2	Федяева В.Н., Федяев А.А., Данилов О.Л.	Промышленные тепломассообменные процессы и установки. Расчет барабанной сушильной установки для сушки сыпучих материалов: Учебно- методическое пособие	Братск: БрГТУ, 2001	38	
Л2. 3	Золотонос Я. Д., Багоутдинов А. Г., Золотонос А. Я.	Трубчатые теплообменники. Моделирование, расчет: монография	Санкт- Петербург: Лань, 2018	1	https://e.lanbook.com/book/112678

7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 1	Федяева В.Н.	Промышленные тепломассообменные процессы и установки: Рабочая программа, методические указания, практические и контрольные задания	Братск: БрГТУ, 2000	20	
Л3. 2	Федяев А.А., Федяева В.Н.	Системы теплоснабжения. Исследование режимов работы пластинчатого теплообменного аппарата: методические указания к выполнению лабораторной работы	Братск: БрГУ, 2014	39	

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронная библиотека БрГУ	http://ecat.brstu.ru/catalog
Э2	Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»	http://e.lanbook.com

7.3.1 Перечень программного обеспечения

7.3.1.1	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
7.3.1.2	КОМПАС-3D V13

7.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
7.3.2.2	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
7.3.2.3	Национальная электронная библиотека НЭБ
7.3.2.4	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
7.3.2.5	«Университетская библиотека online»
7.3.2.6	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»
7.3.2.7	ИСС "Кодекс". Информационно-справочная система

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудитория	Назначение	Оснащение аудитории	Вид занятия
0002*	лекционная аудитория	Учебная мебель	Лек
1103	Лаборатория теплообменных процессов и установок	Основное оборудование: Учебный стенд «Изучение холодильного оборудования», Дистиллятор ДЭ-4-2, Шкаф сушильный СНОЛ-2,4 2 шт, Печь муфельная ПМ-8, Сушильный шкаф СНОЛ 67/350 2 шт, Дополнительно: Маркерная доска - 1 шт. Учебная мебель: Комплект мебели (посадочных мест) - 12 шт. Комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт.	Лаб
0001*	аудитория для практических занятий	Учебная мебель	Пр
2201	читальный зал №1	Комплект мебели (посадочных мест) Стеллажи Комплект мебели (посадочных мест) для библиотекаря Выставочные шкафы ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung) (10шт.); принтер HP Laser Jet P2055D (1шт.)	Ср

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина теплообменное оборудование предприятий направлена на ознакомление с видами и конструкцией основного теплообменного оборудования промышленных предприятий; на получение теоретических знаний и практических навыков по расчёту и подбору основного и вспомогательного оборудования теплообменных установок. Изучение дисциплины теплообменное оборудование предприятий предусматривает:

лекции,
лабораторные работы,
практические работы,
курсовой проект,
самостоятельную работу,
экзамен.

В ходе освоения раздела 1 «Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий» студенты должны уяснить: основные процессы теплообмена, теплообменные аппараты и их классификацию.

В ходе освоения раздела 2 «Теплоносители, их свойства, область применения» студенты должны уяснить: основные свойства теплоносителей и области их применения.

В ходе освоения раздела 3 «Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия» студенты должны уяснить: понятие рекуперативных теплообменников, их конструкции и принцип действия.

В ходе освоения раздела 4 «Регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками, газо-жидкостные и жидкостно-жидкостные» студенты должны уяснить: понятие регенеративных теплообменников, их конструкции и принцип действия.

В ходе освоения раздела 5 «Смесительные теплообменники: конструкции, принцип действия, режимы эксплуатации» студенты должны уяснить: понятие смесительных теплообменников, их конструкции и принцип действия.

В ходе освоения раздела 6 «Тепловой, гидравлический, прочностной расчеты рекуперативных теплообменников» студенты должны уяснить: последовательность проведения теплового, гидравлического, прочностного расчетов рекуперативных теплообменников.

В ходе освоения раздела 7 «Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки; принцип действия» студенты должны уяснить: понятия испарительных, опреснительных, выпарных и кристаллизационных установок, и их принцип действия.

В ходе освоения раздела 8 «Основные конструкции аппаратов, тепловые схемы и установки» студенты должны уяснить: разобрать основные конструкции теплообменных аппаратов, ознакомиться со схемами и установками.

В ходе освоения раздела 9 «Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации; основы теплового расчета» студенты должны уяснить: физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации, а так же проработать структуру проведения теплового расчёта.

В ходе освоения раздела 10 «Перегонные и ректификационные установки; конструкции и принцип действия аппаратов; физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации» студенты должны уяснить: конструкции и принцип действия перегонных и ректификационных установок; проработать физико-химические и

термодинамические основы процессов перегонки и ректификации.

В ходе освоения раздела 11 «Фазовые диаграммы состояния смесей жидкостей: основы кинематики массообмена; материальный и тепловой расчет установки» студенты должны уяснить: процесс построения фазовых диаграмм состояния смесей жидкостей; провести материальный и тепловой расчет установки; изучить основы кинематики массообмена.

В ходе освоения раздела 12 «Сушильные установки, понятие о процессе сушки, формы связи влаги с материалом, основы кинетики и динамики сушки, принципиальные схемы и конструкции сушильных установок» студенты должны уяснить: принцип и последовательность протекания процесса сушки; ознакомиться с основными видами сушильных установок.

В ходе освоения раздела 13 «Тепловой баланс конвективной сушильной установки, построение процесса сушки в h-d диаграмме влажного газа» студенты должны уяснить: принцип построения теплового баланса конвективной сушильной установки и процесса сушки в h-d диаграмме влажного газа.

В ходе освоения раздела 14 «Теплообменники-утилизаторы для использования теплоты вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента, низкопотенциальных вторичных энергоресурсов» студенты должны уяснить: понятия и принцип действия теплообменников-утилизаторов для использования теплоты вентиляционных выбросов.

В ходе освоения раздела 15 «Основные конструкции, принцип действия, основы расчета и подбора стандартного оборудования; вспомогательное оборудование» студенты должны уяснить: основные конструкции, принцип действия, основы расчета и подбора стандартного оборудования; вспомогательное оборудование.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий; основные свойства и области рационального применения теплоносителей; регенеративные теплообменные аппараты и установки; смесительные теплообменные аппараты и установки и их принцип действия; тепловой, гидравлический, прочностной расчеты рекуперативных теплообменников; испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки и их принцип действия; перегонные и ректификационные установки их конструкции и принцип действия; фазовые диаграммы состояния смесей жидкостей; сушильные установки и понятие о процессе сушки; тепловой баланс конвективной сушильной установки, построение в H-d диаграмме влажного воздуха.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний о физико-химических и термодинамических процессах выпаривания и кристаллизации; основах теплового расчета. Закрепление понятия о процессе сушки и усвоение материала о принципиальных схемах и конструкции сушильных установок. Получение знаний о построении теплового баланса конвективной сушильной установки и построение процесса сушки в h-d диаграмме влажного газа.

В процессе проведения лабораторных работ происходит формирование умений и навыков реализации представления о регенеративных теплообменниках, перегонных и ректификационных установках, сушильных установках, а так же процессах протекающих в них.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде презентаций, проблемной лекции, лекции с запланированными ошибками) в сочетании с внеаудиторной работой.