

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Мицзаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 19.05.2021

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a88865a5823191a4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М. Д. Миллионщикова



« 02 » 09 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ТЕПЛОМАССОБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ»

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профили)

«Тепловые электрические станции»

«Энергообеспечение предприятий»

Квалификация

Бакалавр

Год начала подготовки направления

2021

Грозный – 2021

1. Цель и задачи дисциплины:

Целью дисциплины является изучение физических процессов и принципов действия различных видов теплообменного, выпарного, перегонного, сушильного, холодильного и другого теплообменного оборудования используемого в энергетическом хозяйстве современного промышленного предприятия, методов их расчёта и конструирования, характерных режимов и технико-экономических показателей их работы.

Задачи дисциплины – научить студентов методам теплового конструктивного, поверочного, гидравлического, и прочностного расчетов и выбора теплообменного оборудования. Производить анализ процессов, протекающих при передаче теплоты и массы в аппаратах и выбирать наиболее эффективные режимы их работы.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Теплообменное оборудование предприятий» является дисциплиной по выбору студента части, формируемой участниками образовательных отношений в учебном плане ОП направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и предусмотрена для изучения в 7 и 8 семестрах.

Дисциплина «Теплообменное оборудование предприятий» базируется на знаниях, полученных в ходе изучения дисциплин математического и естественнонаучного цикла и на знании общетехнических и специальных дисциплин: Математика, Физика, Механика, Инженерная и компьютерная графика, Материаловедение, так и профессионального цикла: Гидрогазодинамика, Техническая термодинамика, Теплообмен, Тепловые двигатели и нагнетатели.

Фундаментальные знания приобретаются в ходе изучения таких дисциплин, как Математика, Физика, Химия, Гидрогазодинамика, Техническая термодинамика, Теплообмен.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
Общепрофессиональные		
ОПК-3 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-3.1. Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа; ОПК-3.2. Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем; ОПК-3.3. Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем; ОПК-3.6. Демонстрирует понимание основных законов и способов	знать: – принципы действия, типы промышленного теплообменного оборудования; владеть методиками теплового конструктивного расчета для теплообменных аппаратов (ТА) с различными схемами движения теплоносителей при фазовых превращениях и без них; производить поверочный расчет ТА; – выполнять их гидравлический и прочностной расчеты организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов

	<p>переноса теплоты и массы; ОПК-3.7. Применяет знания основ теплообмена в теплотехнических установках.</p>	<p>контроля режимов работы технологического оборудования; – виды теплоносителей и их характеристика: вода, воздух, дымовые газы, высокотемпературные органические теплоносители, минеральные масла, кремнийорганические соединения и неорганические соли, жидкометаллические теплоносители, хладагенты; – методы расчёта смесительных теплообменников и регенеративных теплообменных аппаратов; – классификацию теплообменных аппаратов, уравнения теплового баланса и теплопередачи; – методы расчета ректификационных установок, метод расчета на основе числа единиц переноса, метод расчета на основе теоретического числа тарелок.</p> <p>уметь:</p> <p>– выполнять конструктивные, поверочные, гидравлические и прочностные расчеты теплообменников, сушильных установок, скрубберов, ректификационных колонн, холодильных установок, выбирать основное и вспомогательное оборудование; – осуществлять поверочный и гидравлический расчет теплообменных аппаратов; – осуществлять тепловой расчет выпарных установок, материальный и тепловой баланс выпарного аппарата, тепловой расчет многокорпусных установок; – осуществлять расчет теплообменных аппаратов холодильных машин, тепловой расчет конденсатора, тепловой расчет испарителя, тепловой расчет регенеративного теплообменника;</p>
--	--	---

		<ul style="list-style-type: none">– составлять материальный и тепловой баланс перегонных установок, уметь определять подходы к расчету перегонных установок;– применять энергоэффективные технологии при расчете и проектировании теплообменного оборудования осуществлять его расчет и проектирование участвовать в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, составлению заявок на оборудование, запасные части; к подготовке технической документации на ремонт. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">– информацией о новых разработках в области теплообменного оборудования; навыками испытания и предоставления экспериментальной информации по эффективности теплопередачи, о типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах.– классификацией ректификационных установок, основных типов ректификационных колонн, методикой выполнения теплового и материального баланса колонны;– принципами работы холодильной машины, холодильных агентов, построением процесса паровых холодильных компрессионных машин.
--	--	--

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.		Семестры				
			ОФО		ЗФО		
	ОФО	ЗФО	7	8	8	9	
Контактная работа (всего)	87/2,5	30/0,8	51/1,5	36/1,0	12/0,3	18/0,5	
В том числе:							
Лекции	58/1,7	18/0,5	34/1,0	24/0,7	8/0,22	10/0,3	
Практические занятия	29/0,8	12/0,3	17/0,5	12/0,3	4/0,11	8/0,22	
Самостоятельная работа (всего)	93/2,5	150/4,4	57/1,5	36/1,0	96/2,7	54/1,5	
В том числе:							
Расчетно-графические работы	33/0,8	42/1,2	21/0,6	12/0,3	24/0,7	18/0,5	
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>							
Подготовка к практическим занятиям	30/0,8	54/1,5	18/0,5	12/0,3	36/1,0	18/0,5	
Подготовка к зачету	30/0,8	54/1,5	18/0,5	12/0,3	36/1,0	18/0,5	
Вид отчетности	экзамен.	экзамен.	зачет	экзамен.	зачет	экзамен.	
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах	180	180	108	72	108	72
	ВСЕГО в зачетных единицах	5	5	3	2	3	2

5. Содержание дисциплины

5.1.1 Разделы дисциплины и виды занятий (7 семестр)

Таблица 3.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Часы лекционных занятий		Часы лабораторных занятий		Часы практических (семинарских) занятий		Всего часов/ з.е.	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Тепловой и влажностный балансы помещений.	2						2	
2	Центральные и местные системы отопления.	2	1					2	1
3	Системы вентиляции.	2						2	
4	Центральные системы кондиционирования.	2				6		8	
5	Энергетическая эффективность систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.	2	1					2	1
6	Классификация теплообменного оборудования. Теплоносители.	2	1					2	1
7	Рекуперативные теплообменные аппараты и установки.	2						2	
8	Поверочный расчет теплообменников.	2	1			2	1	4	2

9	Гидравлический расчет теплообменников.	2				2		4		
10	Регенеративные ТА и установки.	2	1			2	1	4	2	
11	Теплообмен излучением в системе тел, разделенных диатермичной средой	2								2
12	Основы расчета теплообмена излучением между излучающей и поглощающей средой и поверхностями нагрева теплообменных устройств	2	1					2	1	
13	Основные понятия массообмена	2	1				1	2	2	
14	Выпарные установки	2				2				4
15	Теплообменное оборудование контактного типа.	2								2
16	Сушильные установки.	2	1			2	1	4	2	
17	Ректификационные установки.	1				1				2
18	Холодильные установки.	1								1
	ВСЕГО:	34	8			17	4	51	12	

5.1.2 Разделы дисциплины и виды занятий (8 семестр)

Таблица 3.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Часы лекционных занятий		Часы лабораторных занятий		Часы практических (семинарских) занятий		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Расчет и проектирование сушильных установок	1	1					1	1
2	Статика сушки	1						1	
3	Кинетика сушки	1						1	
4	Подходы к расчету и проектированию сушильных установок	1	1					1	1
5	Подходы к расчету и проектированию сушильных установок	1	1				1	1	2
6	Расчет и проектирование перегонных установок	1	1				1	1	2
7	Элементы расчета перегонных установок	1	1			4	1	5	2
8	Расчет и проектирование дистилляционной и ректификационной установки	1	1			4	1	5	2
9	Расчет и проектирование выпарных установок	1	1			4	1	5	2
10	Элементы расчета выпарных установок	1	1			4	1	5	2

11	Расчет и проектирование тепломассообменного оборудования	1	1			4	1	5	2
12	Применение энергоэффективных технологий при расчете и проектировании тепломассообменного оборудования	1	1			4	1	5	2
ВСЕГО:		24	10			12	8	36	18

5.2.1 Лекционные занятия (7 семестр)

Таблица 4.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Тепловой и влажностный балансы помещений.	Расчет потерь через ограждающие конструкции. Дополнительный расход теплоты на нагрев наружного воздуха связанного с инфильтрацией, с поступлением охлажденных материалов и транспорта. Тепловыделения в производственных, жилых, общественных и административно-бытовых помещениях. Тепло, поступающее с солнечной радиацией. Тепловой баланс для холодного и теплого периодов. Выделения влаги в помещениях. Влажностный баланс помещений.
2	Центральные и местные системы отопления.	Центральные и местные системы отопления. Классификация, технико-экономические показатели центральных и местных систем отопления. Достоинства и недостатки систем отопления. Гравитационные и насосные системы водяного отопления. Расчет водяных систем отопления. Паровые системы отопления высокого и низкого давления и их расчет. Воздушные системы отопления и их расчет. Элементы оборудования центральных отопительных систем (нагревательные приборы, расширительные сосуды и др.). Расчет и подбор современных отопительных приборов. Возможности использования солнечной энергии, других возобновляемых источников для отопления индивидуальных зданий.

3	Системы вентиляции.	<p>Системы вентиляции промышленных зданий и помещений. Классификация систем вентиляции. Влияние вредных выделений на физиологию и самочувствие персонала и на технологию. Методы борьбы с вредными выделениями. Нормы и расчет необходимого воздухообмена в производственных и служебных помещениях. Определение воздухообмена по количеству вредных выделений в помещениях, расчет воздухообмена. Расчет естественной вентиляции. Общая и местная механическая вентиляция и аэрация. Оборудование приточно-вытяжных систем вентиляции. Расчет и подбор калориферов и компоновочные решения для принудительной вентиляции. Аэродинамический расчет центральных и местных систем вентиляции, подбор вентиляторов.</p>
4	Центральные системы кондиционирования.	<p>Установки центрального кондиционирования воздуха. Принцип действия, классификация, область применения систем кондиционирования воздуха. Нормы санитарного состояния воздушной среды промышленных, общественных и жилых помещений. Выбор расчетных параметров воздуха для систем кондиционирования. Выбор технологической схемы системы кондиционирования воздуха для любых заданных условий. H-d диаграмма влажного воздуха. Графический способ построения с помощью H-d диаграммы основных процессов термовлажностной обработки воздуха в установках центрального кондиционирования воздуха, как для холодного, так и теплого периодов. Аналитический способ построения процессов термовлажностной обработки воздуха в установках центрального кондиционирования. Основное и вспомогательное оборудование систем центрального кондиционирования (воздухоподогреватели, оросительные камеры, вентиляторы и др.). Подбор основного и вспомогательного оборудования систем центрального кондиционирования.</p>

5	Энергетическая эффективность систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.	Энергоснабжение и использование вторичных энергоресурсов в системах отопления, вентиляции и кондиционирования. Методы снижения расхода теплоты и холода в системах отопления, вентиляции и кондиционирования. Использование теплоты вентиляционных выбросов. Схемы рециркуляции воздуха. Применение теплообменников-утилизаторов. Особенности применения рекуперативных, регенеративных и контактных теплообменников, а также теплообменников с промежуточным теплоносителем. Энергетическая эффективность систем отопления, вентиляции и кондиционирования.
6	Классификация теплообменного оборудования. Теплоносители.	Классификация теплообменных аппаратов (ТА). Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Среднеарифметический температурный напор. Прямоток, противоток, сложные схемы движения теплоносителей. Конструкторский и поверочный тепловые расчеты рекуперативного теплообменника. Сравнение прямого и противотока. Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов. Виды теплоносителей и их характеристика: вода, воздух, дымовые газы, высокотемпературные органические теплоносители, минеральные масла, кремнийорганические соединения и неорганические соли, жидкометаллические теплоносители, хладагенты. Выбор скорости теплоносителей. Понятие о расчёте смесительных теплообменников и о расчёте регенеративных теплообменных аппаратов.
7	Рекуперативные теплообменные аппараты и установки.	Методика теплового, конструктивного расчета. Виды расчетов ТА (тепловой, конструктивный, гидравлический, прочностной). Условные графические изображения ТА. Методика теплового, конструктивного расчета. Определение конструктивных размеров: количество труб, рабочая длина труб, расстояние между трубными решетками, диаметр кожуха, число ходов, расстояние между перегородками. Теплообменные аппараты “труба в трубе” (разборные одно- и многопоточные). Пластинчатые теплообменники разборного типа. Определение конструктивных размеров (площадь сечения канала, число каналов, площадь поверхности теплообмена одной пластины с промежуточными листами и без, суммарная длина каналов в одной пластине). Змеевиковые теплообменники. Определение конструктивных размеров: диаметр змеевика, диаметр трубы змеевика, шаг между витками, число витков змеевика, высота змеевика.

8	Поверочный расчет теплообменников.	Поверочный расчет ТА: теплопередача без изменения и с изменением агрегатного состояния. Метод эффективности. Определение конструктивных размеров кожухотрубных, пластинчатых, змеевиковых теплообменников. Расчет цилиндрических сосудов. Расчет на прочность выпуклых днищ и крышек. Расчет фланцевых соединений. Расчет трубных решеток.
9	Гидравлический расчет теплообменников.	Расчет падений давления на трение, местные сопротивления, ускорение потока. Определение мощности насоса.
10	Регенеративные ТА и установки.	Конструкции регенеративных ТА и установок (типы насадок, регенераторы с неподвижной, падающей и вращающейся насадкой). Особенности теплообмена в слое (плотный и кипящий слой, порозность, объемный коэффициент теплопередачи). Тепловой конструктивный расчет регенеративных теплообменников. Аппараты с кипящим слоем.
11	Теплообмен излучением в системе тел, разделенных диатермичной средой	Физическая природа теплового излучения. Классификация потоков излучения. Формула Поляка. Интегральные и спектральные характеристики энергии излучения: поток, плотность потока и интенсивность излучения. Излучение реальных тел, идеальные тела. Законы излучения абсолютно черного тела. Законы Ламберта, Кирхгофа, понятие диффузной поверхности излучения и серого тела. Лучистый теплообмен в замкнутой системе серых тел, разделенных диатермичной средой. Угловые коэффициенты излучения. Лучистый теплообмен между двумя безграничными пластинами; телом и оболочкой; экранирование излучения. Теоретические основы современных зональных методов расчёта теплообмена излучением. Интегральные уравнения излучения.
12	Основы расчета теплообмена излучением между излучающей и поглощающей средой и поверхностями нагрева теплообменных устройств	Приближенный расчет лучистого теплообмена в замкнутой системе тел, разделенных излучающе-поглощающей средой (серое приближение). Расчёт теплообмена в системе типа «газ в оболочке». Закон Бугера. Определение поглощательной способности и степени черноты среды (продуктов сгорания). Эффективная длина луча. Понятие о методах расчёта сложного теплообмена (радиационно-кондуктивного и радиационно-конвективного).

13	Основные понятия массообмена	<p>Концентрационная диффузия (массы). Вектор плотности потока массы. Закон Фика. Коэффициент диффузии. Термо и бародиффузия. Дифференциальные уравнения совместных процессов массо- и теплообмена. Диффузионный пограничный слой. Аналогия процессов массо- и теплообмена. Диффузионные аналоги чисел Нуссельта и Прандтля. Соотношения материального и энергетического баланса для межфазной границы. Случай полупроницаемой межфазной границы. Формула Стефана. Стефанов поток. Массо- и теплообмен при испарении в парогазовую среду. Адиабатное испарение. Массо- и теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.</p>
14	Выпарные установки	<p>Классификация выпарных аппаратов. Конструкции выпарных аппаратов. Принципиальные схемы многокорпусных выпарных установок. Тепловой расчет выпарных установок. Материальный и тепловой баланс выпарного аппарата. Тепловой расчет многокорпусных установок.</p>
15	Теплообменное оборудование контактного типа.	<p>Влажный воздух. Понятие параметров влажного воздуха (влажность абсолютная, относительная, влагосодержание, энтальпия, плотность, температура по сухому и мокрому термометру). Диаграмма h-d. Изображение основных процессов на диаграмме h-d (нагрев, охлаждение, смешения воздуха различного состояния). Конструкции теплообменников смешения. Оросительные теплообменники смешения (полые, каскадные, с насадкой, струйные компактные). Изображение процессов изменения параметров влажного воздуха в контактных теплообменниках. Расчет полезного объема насадочного контактного теплообменника. Гидравлический режим и сопротивление теплообменников с насадкой.</p>

16	Сушильные установки.	<p>Классификация сушимых материалов, сушильных установок и сушильных агентов. Способы сушки материалов и характеристики процесса. Понятие влажности материала. Виды влажности и пересчет с одной влажности на другую. Расчет испаренной влаги в процессе сушки. Методы расчета статики конвективной сушки.</p> <p>Методы расчета кинетики сушки. Конвективная сушка. Материальный и тепловой балансы конвективных сушильных установок.</p> <p>Технологические схемы конвективных сушильных установок: сушка с однократным использованием сушильного агента, сушка с рециркуляцией сушильного агента, сушка с промежуточным подогревом сушильного агента.</p>
17	Ректификационные установки.	<p>Понятие процесса ректификации. Свойства бинарных смесей. Закон Рауля и Дальтона. Диаграммы фазового равновесия. Классификация ректификационных установок. Основные типы ректификационных колонн. Тепловой и материальный баланс колонны. Определение расхода греющего пара. Графический и аналитический методы определения числа тарелок. Метод числа ступеней контакта фаз. Расчет гидравлического сопротивления тарелок. Метод числа единиц переноса.</p>
18	Холодильные установки.	<p>Физические основы получения холода. Принцип работы холодильной машины. Холодильные агенты. Построение процесса паровых холодильных компрессионных машин.</p> <p>Тепловой расчет и выбор компрессора.</p> <p>Расчет ступени низкого давления. Расчет ступени высокого давления.</p> <p>Расчет теплообменных аппаратов холодильных машин. Тепловой расчет конденсатора. Тепловой расчет испарителя. Тепловой расчет регенеративного теплообменника.</p>

5.2.2. Лекционные занятия (8 семестр)

Таблица 4.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Расчет и проектирование сушильных установок	<p>Определение процесса сушки как термического процесса. Классификация материалов как объектов процесса сушки. Физико-химические свойства сушимых материалов. Классификация сушильных установок. Схемы сушильных установок. Представление процессов сушки на диаграмме влажного воздуха.</p>
2	Статика сушки	<p>Составление материального баланса сушильной установки. Составление теплового баланса сушильной установки. Основные расчетные соотношения.</p>

3	Кинетика сушки	Кривые кинетики сушки. Методы расчета кинетики сушки. Метод объемного влаговыделения (по средней интенсивности). Метод обобщенной кривой сушки. Метод А.В. Лыкова. Сорбционная модель кинетики сушки.
4	Подходы к расчету и проектированию сушильных установок,	Технология процесса сушки сыпучих материалов во взвешенном слое. Выбор технологической схемы. Вопросы термодинамики и теплообмена установок взвешенного слоя. Алгоритм расчета и проектирования сушилок со взвешенным слоем. Подходы к подбору основного и вспомогательного оборудования. Подготовка проектной документации.
5	Подходы к расчету и проектированию сушильных установок	Технология процесса сушки распылением. Выбор технологической схемы. Вопросы термодинамики и теплообмена в распылительных сушильных установках. Алгоритм расчета и проектирования распылительных сушилок. Подходы к подбору основного и вспомогательного оборудования. Подготовка проектной документации.
6	Расчет и проектирование перегонных установок	Определение процессов дистилляции и ректификации (перегонки) как термических процессов. Физико-химические свойства разделения бинарных смесей. Закон Дальтона. Закон Рауля (графическая интерпретация). Диаграммы Р-х, t-х,у (фазовая), у-х (равновесия). Принципиальная схема и физико-химические свойства процесса дистилляции. Принципиальная схема и физико-химические свойства процесса ректификации.
7	Элементы расчета перегонных установок	Составление материального и теплового баланса перегонных установок. Подходы к расчету перегонных установок. Методы расчета ректификационных установок. Метод расчета на основе числа единиц переноса. Метод расчета на основе теоретического числа тарелок.
8	Расчет и проектирование дистилляционной и ректификационной установки	Алгоритм расчета дистилляционной ректификационной установки. Подходы к подбору основного и вспомогательного оборудования. Подготовка проектной документации.
9	Расчет и проектирование выпарных установок	Определение процесса выпарки как термического процесса. Физико-химические сведения по процессу выпаривания. Классификация выпарных установок. Схемные решения. Конструктивные особенности выпарных аппаратов. Алгоритм расчета выпарного аппарата. Подходы к подбору основного и вспомогательного оборудования. Подготовка проектной документации.
10	Элементы расчета выпарных установок	Температурный режим выпарной установки. Структура температурных потерь (виды температурных депрессий, их физический смысл). Материальный и тепловой баланс выпарной установки. Основы конструктивного расчета выпарного аппарата.

11	Расчет и проектирование теплообменного оборудования	Обзор различных видов теплообменных аппаратов: скрубберы, градирни, КТАНЫ, оросительные камеры кондиционеров и т.д. Общие подходы к расчету и проектированию.
12	Применение энергоэффективных технологий при расчете и проектировании теплообменного оборудования	Обзор современных технологий в области разработки теплообменного оборудования. Основные направления повышения энергетической эффективности в области применения теплообменного оборудования.

5.3. Лабораторные занятия

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1.	<i>(не предусмотрены)</i>	
2.		

5.4.1 Практические (семинарские) занятия (7 семестр)

Таблица 6.1

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Классификация теплообменного оборудования. Теплоносители.	Тепловое испытание ТА типа "труба в трубе" и воздушного охлаждения.
2	Гидравлический расчет теплообменников.	Гидравлические испытания ТА
3	Поверочный расчет теплообменников.	Тепловое испытание регенеративного теплообменника с активной насадкой
4	Регенеративные ТА и установки.	Тепловое испытание струйного водоподогревателя
5	Выпарные установки	Изучение кинетики сушки капиллярно-пористых материалов при конвективном и смешанном способе подвода тепла.
6	Ректификационные установки.	Изучение процесса непрерывной ректификации бинарной смеси.
7	Центральные системы кондиционирования.	Тепловое испытание бытового кондиционера типа БК-2000.
8		Аналитический способ построения процессов термовлажностной обработки воздуха в установках центрального кондиционирования.
9		Подбор основного и вспомогательного оборудования систем центрального кондиционирования.

5.4.2 Практические (семинарские) занятия (8 семестр)

Таблица 6.2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий
1	Расчет и проектирование теплообменного оборудования	Пример теплового конструктивного расчета кожухотрубного теплообменного аппарата
2		Пример теплового конструктивного расчета регенератора с неподвижной и вращающейся насадкой.
3	Выпарные установки	Пример расчета многокорпусной выпарной установки.
4	Ректификационные установки.	Построение диаграммы фазового равновесия для различных бинарных смесей (бензол-толуол, спирт -вода и др.).
5		Пример конструктивного расчета колпачковой колонны.
6	Холодильные установки.	Построение холодильного цикла на T-S и lgr-h - диаграммах для широко известных хладагентов.

6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

6.1 Вопросы для самостоятельного изучения (7 семестр)

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Тепло, поступающее с солнечной радиацией. Тепловой баланс для холодного и теплого периодов.
2	Центральные и местные системы отопления. Классификация, технико-экономические показатели центральных и местных систем отопления.
3	Системы вентиляции промышленных зданий и помещений. Классификация систем вентиляции.
4	Установки центрального кондиционирования воздуха. Принцип действия, классификация, область применения систем кондиционирования воздуха
5	Нормы санитарного состояния воздушной среды промышленных, общественных и жилых помещений.
6	Энергоснабжение и использование вторичных энергоресурсов в системах отопления, вентиляции и кондиционирования.
7	Теплообменные аппараты "труба в трубе" (разборные одно- и многопоточные).
8	Физическая природа теплового излучения. Классификация потоков излучения
9	Классификация выпарных аппаратов. Конструкции выпарных аппаратов.
10	Оросительные теплообменники смешения (полые, каскадные, с насадкой, струйные компактные).

6.1.1 Вопросы для самостоятельного изучения (8 семестр)

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Определение процесса сушки как термического процесса. Классификация материалов как объектов процесса сушки.
2	Физико-химические свойства сушимых материалов.
3	Сорбционная модель кинетики сушки
4	Подходы к подбору основного и вспомогательного оборудования. Подготовка

	проектной документации.
5	Технология процесса сушки распылением. Выбор технологической схемы.
6	Принципиальная схема и физико-химические свойства процесса ректификации.
7	Принципиальная схема и физико-химические свойства процесса дистилляции.
8	Определение процесса выпарки как термического процесса. Физико-химические сведения по процессу выпаривания.
9	Температурный режим выпарной установки.
10	Обзор различных видов теплообменных аппаратов: скрубберы, градирни,

6.2 Расчетно-графическая работа РГР (тематика):

- тепловой конструктивный расчет кожухотрубного ТА;
- конструктивный расчет регенератора с неподвижной насадкой;
- расчет насадки скруббера для охлаждения воздуха водой;
- тепловой и конструктивный расчет барабанной сушильной установки для сушки дисперсного материала.
- расчет холодильных установок;
- расчет ректификационных установок;
- расчет сушильных установок.
- тепловой и гидравлический расчет теплообменного аппарата воздушного охлаждения

РГР выполняется в 7 и 8 семестрах.

6.3. Учебно-методическое и информационное обеспечение самостоятельной работы

Литература:

1	Мракин А.Н. Расчет теплообменного оборудования [Электронный ресурс]: практикум/ Мракин А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015.— 44 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/76509.html .— ЭБС «IPRbooks»
2	Губарева В.В. Теплообменное оборудование предприятий [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Губарева В.В., Губарев А.В.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016.— 202 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/80447.html .— ЭБС «IPRbooks»
3	Ильина Т.Н. Гидродинамика и теплообмен в оборудовании систем обеспечения микроклимата [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ильина Т.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2020.— 137 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/88462.html .— ЭБС «IPRbooks»
4	Верболоз Е.И. Технологическое оборудование [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавров и магистров направления 151000 - Технологические машины и оборудование/ Верболоз Е.И., Корниенко Ю.И., Пальчиков А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2014.— 205 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/19282.html .— ЭБС «IPRbooks»
5	Эксплуатация оборудования и объектов газовой промышленности. Том 1 [Электронный ресурс]: справочник мастера по эксплуатации оборудования газовых объектов/ Г.Г. Васильев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Москва: Инфра-Инженерия, 2016.— 608 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/51840.html .— ЭБС «IPRbooks»

7. Оценочные средства

7.1. Вопросы к первой рубежной аттестации (7 семестр)

1.	Расчет потерь через ограждающие конструкции.
2.	Дополнительный расход теплоты на нагрев наружного воздуха связанного с инфильтрацией, с поступлением охлажденных материалов и транспорта.
3.	Тепловыделения в производственных, жилых, общественных и административно-бытовых помещениях.
4.	Тепло, поступающее с солнечной радиацией.
5.	Тепловой баланс для холодного и теплого периодов.
6.	Выделения влаги в помещениях
7.	Влажностный баланс помещений.
8.	Центральные и местные системы отопления.
9.	Классификация, технико-экономические показатели центральных и местных систем отопления.
10.	Достоинства и недостатки систем отопления.
11.	Гравитационные и насосные системы водяного отопления.
12.	Расчет водяных систем отопления.
13.	Паровые системы отопления высокого и низкого давления и их расчет.
14.	Воздушные системы отопления и их расчет.
15.	Элементы оборудования центральных отопительных систем (нагревательные приборы, расширительные сосуды и др.)
16.	Расчет и подбор современных отопительных приборов.
17.	Возможности использования солнечной энергии, других возобновляемых источников для отопления индивидуальных зданий.
18.	Системы вентиляции промышленных зданий и помещений.
19.	Классификация систем вентиляции.
20.	Влияние вредных выделений на физиологию и самочувствие персонала и на технологию.
21.	Методы борьбы с вредными выделениями.
22.	Нормы и расчет необходимого воздухообмена в производственных и служебных помещениях.
23.	Определение воздухообмена по количеству вредных выделений в помещениях, расчет воздухообмена.
24.	Расчет естественной вентиляции.
25.	Общая и местная механическая вентиляция и аэрация.
26.	Оборудование приточно-вытяжных систем вентиляции.
27.	Расчет и подбор калориферов и компоновочные решения для принудительной вентиляции.
28.	Аэродинамический расчет центральных и местных систем вентиляции, подбор вентиляторов.
29.	Установки центрального кондиционирования воздуха
30.	Принцип действия, классификация, область применения систем кондиционирования воздуха.
31.	Нормы санитарного состояния воздушной среды промышленных, общественных и жилых помещений.
32.	Выбор расчетных параметров воздуха для систем кондиционирования.
33.	Выбор технологической схемы системы кондиционирования воздуха для любых заданных условий.
34.	H-d диаграмма влажного воздуха.

35.	Графический способ построения с помощью H-d диаграммы основных процессов термовлажностной обработки воздуха в установках центрального кондиционирования воздуха,
36.	Аналитический способ построения процессов термовлажностной обработки воздуха в установках центрального кондиционирования.
37.	Основное и вспомогательное оборудование систем центрального кондиционирования (воздухоподогреватели, оросительные камеры, вентиляторы и др.).
38.	Подбор основного и вспомогательного оборудования систем центрального отопления.
39.	Энергоснабжение и использование вторичных энергоресурсов в системах отопления, вентиляции и кондиционирования.
40.	Методы снижения расхода теплоты и холода в системах отопления, вентиляции и кондиционирования.
41.	Использование теплоты вентиляционных выбросов.
42.	Схемы рециркуляции воздуха.
43.	Применение теплообменников-утилизаторов.
44.	Особенности применения рекуперативных, регенеративных и контактных теплообменников, а также теплообменников с промежуточным теплоносителем.
45.	Энергетическая эффективность систем отопления, вентиляции и кондиционирования.
46.	Классификация теплообменных аппаратов (ТА).
47.	Уравнения теплового баланса и теплопередачи.
48.	Среднелогарифмический температурный напор.
49.	Прямоток, противоток, сложные схемы движения теплоносителей.
50.	Конструкторский и поверочный тепловые расчеты рекуперативного теплообменника.
51.	Сравнение прямотока и противотока.
52.	Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов.
53.	Виды теплоносителей и их характеристика: вода, воздух.
54.	Виды теплоносителей и их характеристика: дымовые газы, высокотемпературные органические теплоносители.
55.	Виды теплоносителей и их характеристика: минеральные масла, кремнийорганические соединения и неорганические соли, жидкометаллические теплоносители, хладагенты.
56.	Выбор скорости теплоносителей.
57.	Понятие о расчёте смесительных теплообменников и о расчёте регенеративных теплообменных аппаратов.
58.	Методика теплового, конструктивного расчета.
59.	Виды расчетов ТА (тепловой, конструктивный, гидравлический, прочностной).
60.	Условные графические изображения ТА.
61.	Методика теплового, конструктивного расчета.
62.	Определение конструктивных размеров: количество труб, рабочая длина труб, расстояние между трубными решетками, диаметр кожуха, число ходов, расстояние между перегородками.
63.	Теплообменные аппараты "труба в трубе" (разборные одно- и многопоточные).
64.	Пластинчатые теплообменники разборного типа.
65.	Определение конструктивных размеров (площадь сечения канала, число каналов, площадь поверхности теплообмена одной пластины с промежуточными листами и без, суммарная длина каналов в одной пластине).
66.	Змеевиковые теплообменники.
67.	Определение конструктивных размеров: диаметр змеевика, диаметр трубы змеевика, шаг между витками, число витков змеевика, высота змеевика.
68.	Поверочный расчет ТА: теплопередача без изменения и с изменением агрегатного состояния.
69.	Метод эффективности.
70.	Определение конструктивных размеров кожухотрубных, пластинчатых,

	змеевиковых теплообменников.
71.	Расчет цилиндрических сосудов.
72.	Расчет на прочность выпуклых днищ и крышек.
73.	Расчет фланцевых соединений.
74.	Расчет трубных решеток.

КАРТОЧКА № (первая рубежная аттестация, 7 семестр)

1. Дополнительный расход теплоты на нагрев наружного воздуха связанного с инфильтрацией, с поступлением охлажденных материалов и транспорта.
2. Влияние вредных выделений на физиологию и самочувствие персонала и на технологию.
3. Аналитический способ построения процессов термовлажностной обработки воздуха в установках центрального кондиционирования.
4. Теплообменные аппараты “труба в трубе” (разборные одно- и многопоточные).

Вопросы ко второй рубежной аттестации (7 семестр)

1.	Определение мощности насоса.
2.	Конструкции регенеративных ТА и установок (типы насадок, регенераторы с неподвижной, падающей и вращающейся насадкой).
3.	Особенности теплообмена в слое (плотный и кипящий слой, порозность, объемный коэффициент теплопередачи).
4.	Тепловой конструктивный расчет регенеративных теплообменников.
5.	Аппараты с кипящим слоем.
6.	Физическая природа теплового излучения.
7.	Классификация потоков излучения. Формула Поляка.
8.	Интегральные и спектральные характеристики энергии излучения: поток, плотность потока и интенсивность излучения.
9.	Излучение реальных тел, идеальные тела.
10.	Законы излучения абсолютно черного тела.
11.	Законы Ламберта, Кирхгофа, понятие диффузной поверхности излучения и серого тела.
12.	Лучистый теплообмен в замкнутой системе серых тел, разделенных диатермичной средой.
13.	Угловые коэффициенты излучения.
14.	Лучистый теплообмен между двумя безграничными пластинами; телом и оболочкой; экранирование излучения.
15.	Теоретические основы современных зональных методов расчёта теплообмена излучением.
16.	Интегральные уравнения излучения.
17.	Приближенный расчет лучистого теплообмена в замкнутой системе тел, разделенных излучающе-поглощающей средой (серое приближение).
18.	Расчёт теплообмена в системе типа «газ в оболочке».
19.	Закон Бугера.
20.	Определение поглощательной способности и степени черноты среды (продуктов сгорания).
21.	Эффективная длина луча.
22.	Понятие о методах расчёта сложного теплообмена (радиационно-кондуктивного и Концентрационная диффузия (массы). радиационно-конвективного).
23.	Вектор плотности потока массы. Закон Фика.
24.	Коэффициент диффузии. Термо и бародиффузия.
25.	Дифференциальные уравнения совместных процессов массо- и теплообмена.
26.	Диффузионный пограничный слой.

27.	Аналогия процессов массо- и теплообмена.
28.	Диффузионные аналоги чисел Нуссельта и Прандтля.
29.	Соотношения материального и энергетического баланса для межфазной границы.
30.	Случай полупроницаемой межфазной границы.
31.	Формула Стефана. Стефанов поток.
32.	Массо- и теплообмен при испарении в парогазовую среду.
33.	Адиабатное испарение.
34.	Массо- и теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.
35.	Классификация выпарных аппаратов. Конструкции выпарных аппаратов.
36.	Принципиальные схемы многокорпусных выпарных установок.
37.	Тепловой расчет выпарных установок.
38.	Материальный и тепловой баланс выпарного аппарата.
39.	Тепловой расчет многокорпусных установок. Влажный воздух. Понятие параметров влажного воздуха (влажность абсолютная, относительная, влагосодержание, энтальпия, плотность, температура)
40.	Диаграмма h-d. Изображение основных процессов на диаграмме h-d (нагрев, охлаждение, смещения воздуха различного состояния).
41.	Конструкции теплообменников смешения.
42.	Оросительные теплообменники смешения (полые, каскадные, с насадкой, струйные компактные).
43.	Изображение процессов изменения параметров влажного воздуха в контактных теплообменниках.
44.	Расчет полезного объема насадочного контактного теплообменника.
45.	Гидравлический режим и сопротивление теплообменников с насадкой.
46.	Классификация сушимых материалов, сушимых установок и сушильных агентов.
47.	Способы сушки материалов и характеристики процесса.
48.	Понятие влажности материала. Виды влажности и пересчет с одной влажности на другую.
49.	Расчет испаренной влаги в процессе сушки.
50.	Методы расчета статики конвективной сушки.
51.	Методы расчета кинетики сушки.
52.	Конвективная сушка. Материальный и тепловой балансы конвективных сушильных установок.
53.	Технологические схемы конвективных сушильных установок: сушка с однократным использованием сушильного агента
54.	сушка с рециркуляцией сушильного агента,
55.	сушка с промежуточным подогревом сушильного агента.
56.	Понятие процесса ректификации.
57.	Свойства бинарных смесей. Закон Рауля и Дальтона.
58.	Диаграммы фазового равновесия.
59.	Классификация ректификационных установок.
60.	Основные типы ректификационных колонн.
61.	Тепловой и материальный баланс колонны.
62.	Определение расхода греющего пара.
63.	Графический и аналитический методы определения числа тарелок.
64.	Метод числа ступеней контакта фаз.
65.	Расчет гидравлического сопротивления тарелок.
66.	Метод числа единиц переноса.
67.	Физические основы получения холода. Холодильные агенты.
68.	Принцип работы холодильной машины.
69.	Построение процесса паровых холодильных компрессионных машин.
70.	Тепловой расчет и выбор компрессора.
71.	Расчет ступени низкого давления.

72.	Расчет ступени высокого давления.
73.	Расчет теплообменных аппаратов холодильных машин.
74.	Тепловой расчет конденсатора.
45.	Тепловой расчет испарителя.
76.	Тепловой расчет регенеративного теплообменника.

КАРТОЧКА № (вторая рубежная аттестация, 7 семестр)

1. Особенности теплообмена в слое (плотный и кипящий слой, порозность, объемный коэффициент теплопередачи).
2. Лучистый теплообмен в замкнутой системе серых тел, разделенных диатермичной средой.
3. Массо- и теплообмен при испарении в парогазовую среду.
4. Принцип работы холодильной машины.

7.1.1 Вопросы к зачету по дисциплине «Тепломассообменное оборудование предприятий»

(7 семестр)

1.	Расчет потерь через ограждающие конструкции. Дополнительный расход теплоты на нагрев наружного воздуха связанного с инфильтрацией, с поступлением охлажденных материалов и транспорта.
2.	Тепловыделения в производственных, жилых, общественных и административно-бытовых помещениях. Тепло, поступающее с солнечной радиацией. Тепловой баланс для холодного и теплого периодов
3.	Выделения влаги в помещениях. Влажностный баланс помещений. Центральные и местные системы отопления.
4.	Классификация, технико-экономические показатели центральных и местных систем отопления. Достоинства и недостатки систем отопления. Гравитационные и насосные системы водяного отопления.
5.	Расчет водяных систем отопления.
6.	Паровые системы отопления высокого и низкого давления и их расчет. Воздушные системы отопления и их расчет.
7.	Элементы оборудования центральных отопительных систем (нагревательные приборы, расширительные сосуды и др.). Расчет и подбор современных отопительных приборов.
8.	Возможности использования солнечной энергии, других возобновляемых источников для отопления индивидуальных зданий.
9.	Системы вентиляции промышленных зданий и помещений. Классификация систем вентиляции.
10.	Нормы и расчет необходимого воздухообмена в производственных и служебных помещениях. Определение воздухообмена по количеству вредных выделений в помещениях, расчет воздухообмена.
11.	Расчет естественной вентиляции. Общая и местная механическая вентиляция и аэрация. Оборудование приточно-вытяжных систем вентиляции.
12.	Расчет и подбор калориферов и компоновочные решения для принудительной вентиляции. Аэродинамический расчет центральных и местных систем вентиляции, подбор вентиляторов.
13.	Установки центрального кондиционирования воздуха. Принцип действия, классификация, область применения систем кондиционирования воздуха. Выбор расчетных параметров воздуха для систем кондиционирования.
14.	Нормы санитарного состояния воздушной среды промышленных, общественных и жилых помещений.
15.	Выбор технологической схемы системы кондиционирования воздуха для любых заданных условий. H-d диаграмма влажного воздуха
16.	Графический способ построения с помощью H-d диаграммы основных процессов термовлажностной обработки воздуха в установках центрального

	кондиционирования воздуха.
17.	Аналитический способ построения процессов термовлажностной обработки воздуха в установках центрального кондиционирования.
18.	Основное и вспомогательное оборудование систем центрального кондиционирования (воздухоподогреватели, оросительные камеры, вентиляторы и др.).
19.	Энергоснабжение и использование вторичных энергоресурсов в системах отопления, вентиляции и кондиционирования. Методы снижения расхода теплоты и холода в системах отопления, вентиляции и кондиционирования.
20.	Использование теплоты вентиляционных выбросов. Схемы рециркуляции воздуха. Энергетическая эффективность систем отопления, вентиляции и кондиционирования.
21.	Применение теплообменников-утилизаторов. Особенности применения рекуперативных, регенеративных и контактных теплообменников, а также теплообменников с промежуточным теплоносителем.
22.	Классификация теплообменных аппаратов (ТА). Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Среднелогарифмический температурный напор.
23.	Прямоток, противоток, сложные схемы движения теплоносителей. Конструкторский и поверочный тепловые расчеты рекуперативного теплообменника
24.	Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов.
25.	Виды теплоносителей и их характеристика: вода, воздух, дымовые газы, высокотемпературные органические теплоносители, минеральные масла, кремнийорганические соединения и неорганические соли, жидкометаллические теплоносители, хладагенты.
26.	Понятие о расчёте смесительных теплообменников и о расчёте регенеративных теплообменных аппаратов. Методика теплового, конструктивного расчета.
27.	Виды расчетов ТА (тепловой, конструктивный, гидравлический, прочностной). Условные графические изображения ТА.
28.	Определение конструктивных размеров: количество труб, рабочая длина труб, расстояние между трубными решетками, диаметр кожуха, число ходов, расстояние между перегородками.
29.	Теплообменные аппараты “труба в трубе” (разборные одно- и многопоточные). Змеевиковые теплообменники.
30.	Пластинчатые теплообменники разборного типа. Тепловой конструктивный расчет регенеративных теплообменников
31.	Определение конструктивных размеров (площадь сечения канала, число каналов, площадь поверхности теплообмена одной пластины с промежуточными листами и без, суммарная длина каналов в одной пластине).
32.	Определение конструктивных размеров: диаметр змеевика, диаметр трубы змеевика, шаг между витками, число витков змеевика, высота змеевика.
33.	Конструкции регенеративных ТА и установок (типы насадок, регенераторы с неподвижной, падающей и вращающейся насадкой).
34.	Особенности теплообмена в слое (плотный и кипящий слой, порозность, объемный коэффициент теплопередачи).
35.	Физическая природа теплового излучения. Классификация потоков излучения. Формула Поляка.
36.	Интегральные и спектральные характеристики энергии излучения: поток, плотность потока и интенсивность излучения.
37.	Излучение реальных тел, идеальные тела. Законы излучения абсолютно черного тела. Законы Ламберта, Кирхгофа, понятие диффузной поверхности излучения и серого тела.
38.	Лучистый теплообмен в замкнутой системе серых тел, разделенных диатермичной средой. Угловые коэффициенты излучения.
39.	Лучистый теплообмен между двумя безграничными пластинами; телом и оболочкой; экранирование излучения.
40.	Теоретические основы современных зональных методов расчёта теплообмена

	излучением. Интегральные уравнения излучения.
41.	Приближенный расчет лучистого теплообмена в замкнутой системе тел, разделенных излучающе-поглощающей средой (серое приближение).
42.	Расчет теплообмена в системе типа «газ в оболочке». Закон Бугера. Определение поглотительной способности и степени черноты среды (продуктов сгорания).
43.	Понятие о методах расчета сложного теплообмена (радиационно-кондуктивного и Концентрационная диффузия (массы). радиационно-конвективного). Вектор плотности потока массы. Закон Фика.
44.	Коэффициент диффузии. Термо и бародиффузия. Дифференциальные уравнения совместных процессов массо- и теплообмена. Диффузионный пограничный слой.
45.	Диффузионные аналоги чисел Нуссельта и Прандтля. Соотношения материального и энергетического баланса для межфазной границы
46.	Случай полупроницаемой межфазной границы. Формула Стефана. Стефанов поток.
47.	Массо- и теплообмен при испарении в парогазовую среду. Адиабатное испарение. Массо- и теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.
48.	Классификация выпарных аппаратов. Конструкции выпарных аппаратов. Принципиальные схемы многокорпусных выпарных установок. Тепловой расчет выпарных установок. Материальный и тепловой баланс выпарного аппарата.
49.	Тепловой расчет многокорпусных установок. Влажный воздух. Понятие параметров влажного воздуха (влажность абсолютная, относительная, влагосодержание, энтальпия, плотность, температура
50.	Диаграмма h-d. Изображение основных процессов на диаграмме h-d (нагрев, охлаждение, смешения воздуха различного состояния).
51.	Конструкции теплообменников смешения. Оросительные теплообменники смешения (полые, каскадные, с насадкой, струйные компактные).
52.	Изображение процессов изменения параметров влажного воздуха в контактных теплообменниках. Расчет полезного объема насадочного контактного теплообменника.
53.	Гидравлический режим и сопротивление теплообменников с насадкой. Классификация сушимых материалов, сушимых установок и сушильных агентов.
54.	Способы сушки материалов и характеристики процесса. Понятие влажности материала. Виды влажности и пересчет с одной влажности на другую.
55.	Расчет испаренной влаги в процессе сушки. Методы расчета статики и кинетики конвективной сушки. Конвективная сушка. Материальный и тепловой балансы конвективных сушильных установок.
56.	Технологические схемы конвективных сушильных установок: сушка с однократным использованием сушильного агента, сушка с рециркуляцией сушильного агента, сушка с промежуточным подогревом сушильного агента.
57.	Понятие процесса ректификации. Свойства бинарных смесей. Закон Рауля и Дальтона.
58.	Классификация ректификационных установок. Основные типы ректификационных колонн. Диаграммы фазового равновесия.
59.	Тепловой и материальный баланс колонны. Определение расхода греющего пара.
60.	Графический и аналитический методы определения числа тарелок. Метод числа ступеней контакта фаз. Расчет гидравлического сопротивления тарелок. Метод числа единиц переноса
61.	Физические основы получения холода. Холодильные агенты. Принцип работы холодильной машины. Построение процесса паровых холодильных компрессионных машин.

Образец карточки к зачету по дисциплине

	ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КАФЕДРА "ОАНГП"
--	---

Дисциплина	<u>Тепломассообменное оборудование предприятий</u>
Группа	Семестр - 7
Карточка № 1 (к зачету по дисциплине)	
1.	Особенности применения рекуперативных, регенеративных и контактных теплообменников, а также теплообменников с промежуточным теплоносителем.
2.	Расчет на прочность выпуклых днищ и крышек.
3.	Приближенный расчет лучистого теплообмена в замкнутой системе тел, разделенных излучающе-поглощающей средой (серое приближение).
4.	Конвективная сушка. Материальный и тепловой балансы конвективных сушильных установок.
Зав. кафедрой «ТМО» /А.А. Эльмурзаев /	

7.2. Вопросы к первой рубежной аттестации (8 семестр)

1.	Определение процесса сушки как термического процесса
2.	Классификация материалов как объектов процесса сушки.
3.	Физико-химические свойства сушимых материалов.
4.	Классификация сушильных установок.
5.	Схемы сушильных установок.
6.	Представление процессов сушки на диаграмме влажного воздуха.
7.	Составление материального баланса сушильной установки
8.	Составление теплового баланса сушильной установки.
9.	Основные расчетные соотношения.
10.	Кривые кинетики сушки.
11.	Методы расчета кинетики сушки.
12.	Метод объемного влаговыделения (по средней интенсивности).
13.	Метод обобщенной кривой сушки.
14.	Метод А.В. Лыкова.
15.	Сорбционная модель кинетики сушки.
16.	Технология процесса сушки сыпучих материалов во взвешенном слое.
17.	Выбор технологической схемы.
18.	Вопросы термодинамики и теплообмена установок взвешенного слоя.
19.	Алгоритм расчета и проектирования сушилок со взвешенным слоем.
20.	Подходы к подбору основного и вспомогательного оборудования.
21.	Подготовка проектной документации.
22.	Технология процесса сушки распылением. Выбор технологической схемы.
23.	Вопросы термодинамики и теплообмена в распылительных сушильных установках.
24.	Алгоритм расчета и проектирования распылительных сушилок.
25.	Подходы к подбору основного и вспомогательного оборудования.
26.	Подготовка проектной документации.
27.	Определение процессов дистилляции и ректификации (перегонки) как термических процессов.
28.	Физико-химические свойства разделения бинарных смесей.
29.	Закон Дальтона. Закон Рауля (графическая интерпретация).

30.	Диаграммы Р-х, t-х,у (фазовая), у-х (равновесия).
31.	Принципиальная схема и физико-химические свойства процесса дистилляции.
32.	Принципиальная схема и физико-химические свойства процесса ректификации.

КАРТОЧКА № (первая рубежная аттестация, 8 семестр)

1. Классификация материалов как объектов процесса сушки.
2. Метод обобщенной кривой сушки.
3. Технология процесса сушки распылением. Выбор технологической схемы.
4. Принципиальная схема и физико-химические свойства процесса дистилляции.

Вопросы ко второй рубежной аттестации (8 семестр)

1.	Составление материального и теплового баланса перегонных установок.
2.	Подходы к расчету перегонных установок.
3.	Методы расчета ректификационных установок.
4.	Метод расчета на основе числа единиц переноса.
5.	Метод расчета на основе теоретического числа тарелок.
6.	Алгоритм расчета дистилляционной ректификационной установки.
7.	Подходы к подбору основного и вспомогательного оборудования.
8.	Подготовка проектной документации.
9.	Определение процесса выпарки как термического процесса.
10.	Физико-химические сведения по процессу выпаривания
11.	Классификация выпарных установок.
12.	Схемные решения.
13.	Конструктивные особенности выпарных аппаратов.
14.	Алгоритм расчета выпарного аппарата.
15.	Подходы к подбору основного и вспомогательного оборудования.
16.	Температурный режим выпарной установки.
17.	Структура температурных потерь (виды температурных депрессий, их физический смысл).
18.	Материальный и тепловой баланс выпарной установки.
19.	Основы конструктивного расчета выпарного аппарата.
20.	Обзор различных видов теплообменных аппаратов: скрубберы, градирни, КТАНЫ, оросительные камеры кондиционеров и т.д.
21.	Общие подходы к расчету и проектированию.
22.	Обзор современных технологий в области разработки теплообменного оборудования.
23.	Основные направления повышения энергетической эффективности в области применения теплообменного оборудования.

КАРТОЧКА № (вторая рубежная аттестация, 8 семестр)

1. Методы расчета ректификационных установок.
2. Определение процесса выпарки как термического процесса.
3. Алгоритм расчета выпарного аппарата.
4. Обзор современных технологий в области разработки теплообменного оборудования.

7.2.1 Вопросы к зачету по дисциплине «Теплообменное оборудование предприятий»

(8 семестр)

1.	Определение процесса сушки как термического процесса. Классификация материалов как объектов процесса сушки.
----	---

2.	Физико-химические свойства сушимых материалов. Классификация сушильных установок.
3.	Схемы сушильных установок. Представление процессов сушки на диаграмме влажного воздуха.
4.	Составление материального и теплового баланса сушильной установки. Основные расчетные соотношения. Кривые кинетики сушки. Методы расчета кинетики сушки.
5.	Метод объемного влаговыделения (по средней интенсивности). Метод обобщенной кривой сушки. Метод А.В. Лыкова. Сорбционная модель кинетики сушки.
6.	Технология процесса сушки сыпучих материалов во взвешенном слое. Выбор технологической схемы.
7.	Вопросы термодинамики и тепломассобмена установок взвешенного слоя. Алгоритм расчета и проектирования сушилок со взвешенным слоем.
8.	Подходы к подбору основного и вспомогательного оборудования. Подготовка проектной документации. Технология процесса сушки распылением. Выбор технологической схемы.
9.	Вопросы термодинамики и тепломассобмена в распылительных сушильных установках. Алгоритм расчета и проектирования распылительных сушилок.
10.	Подходы к подбору основного и вспомогательного оборудования. Подготовка проектной документации.
11.	Определение процессов дистилляции и ректификации (перегонки) как термических процессов.
12.	Физико-химические свойства разделения бинарных смесей. Закон Дальтона. Закон Рауля (графическая интерпретация).
13.	Диаграммы Р-х, t-х,у (фазовая), у-х (равновесия). Принципиальная схема и физико-химические свойства процесса дистилляции.
14.	Принципиальная схема и физико-химические свойства процесса ректификации.
15.	Составление материального и теплового баланса перегонных установок. Подходы к расчету перегонных установок.
16.	Методы расчета ректификационных установок.
17.	Метод расчета на основе числа единиц переноса.
18.	Метод расчета на основе теоретического числа тарелок.
19.	Алгоритм расчета дистилляционной ректификационной установки.
20.	Подходы к подбору основного и вспомогательного оборудования.
21.	Подготовка проектной документации.
22.	Определение процесса выпарки как термического процесса.
23.	Физико-химические сведения по процессу выпаривания
24.	Классификация выпарных установок.
25.	Схемные решения.
26.	Конструктивные особенности выпарных аппаратов.
27.	Алгоритм расчета выпарного аппарата.
28.	Подходы к подбору основного и вспомогательного оборудования.
29.	Температурный режим выпарной установки.
30.	Структура температурных потерь (виды температурных депрессий, их физический смысл).
31.	Материальный и тепловой баланс выпарной установки.
32.	Основы конструктивного расчета выпарного аппарата.
33.	Обзор различных видов тепломассообменных аппаратов: скрубберы, градирни, КТАНЫ, оросительные камеры кондиционеров и т.д.
34.	Общие подходы к расчету и проектированию.
35.	Обзор современных технологий в области разработки тепломассообменного оборудования.
36.	Основные направления повышения энергетической эффективности в области применения тепломассообменного оборудования.

Образец карточки к зачету по дисциплине

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КАФЕДРА "ОАНП"	
Дисциплина	<u>Тепломассообменное оборудование предприятий</u> Семестр - 8
Группа	
Карточка № 1 (к зачету по дисциплине)	
1.	Составление материального баланса сушильной установки
2.	Температурный режим выпарной установки. Структура температурных потерь (виды температурных депрессий, их физический смысл).
3.	Принципиальная схема и физико-химические свойства процесса ректификации.
4.	Конструктивные особенности выпарных аппаратов.
Зав. кафедрой «ТМО» /А.А. Эльмурзаев /	

7.3 Текущий контроль Вопросы к практическим работам

1.	Расчет потерь через ограждающие конструкции. Дополнительный расход теплоты на нагрев наружного воздуха связанного с инфильтрацией, с поступлением охлажденных материалов и транспорта.
2.	Тепловыделения в производственных, жилых, общественных и административно-бытовых помещениях. Тепло, поступающее с солнечной радиацией. Тепловой баланс для холодного и теплого периодов
3.	Выделения влаги в помещениях. Влажностный баланс помещений. Центральные и местные системы отопления.
4.	Классификация, технико-экономические показатели центральных и местных систем отопления. Достоинства и недостатки систем отопления. Гравитационные и насосные системы водяного отопления.
5.	Расчет водяных систем отопления.
6.	Паровые системы отопления высокого и низкого давления и их расчет. Воздушные системы отопления и их расчет.
7.	Элементы оборудования центральных отопительных систем (нагревательные приборы, расширительные сосуды и др.). Расчет и подбор современных отопительных приборов.
8.	Возможности использования солнечной энергии, других возобновляемых источников для отопления индивидуальных зданий.
9.	Системы вентиляции промышленных зданий и помещений. Классификация систем вентиляции.
10.	Нормы и расчет необходимого воздухообмена в производственных и служебных помещениях. Определение воздухообмена по количеству вредных выделений в помещениях, расчет воздухообмена.

11.	Расчет естественной вентиляции. Общая и местная механическая вентиляция и аэрация. Оборудование приточно-вытяжных систем вентиляции.
12.	Расчет и подбор калориферов и компоновочные решения для принудительной вентиляции. Аэродинамический расчет центральных и местных систем вентиляции, подбор вентиляторов.
13.	Установки центрального кондиционирования воздуха. Принцип действия, классификация, область применения систем кондиционирования воздуха. Выбор расчетных параметров воздуха для систем кондиционирования.
14.	Нормы санитарного состояния воздушной среды промышленных, общественных и жилых помещений.
15.	Выбор технологической схемы системы кондиционирования воздуха для любых заданных условий. H-d диаграмма влажного воздуха
16.	Графический способ построения с помощью H-d диаграммы основных процессов термовлажностной обработки воздуха в установках центрального кондиционирования воздуха.
17.	Аналитический способ построения процессов термовлажностной обработки воздуха в установках центрального кондиционирования.
18.	Основное и вспомогательное оборудование систем центрального кондиционирования (воздухоподогреватели, оросительные камеры, вентиляторы и др.).
19.	Энергоснабжение и использование вторичных энергоресурсов в системах отопления, вентиляции и кондиционирования. Методы снижения расхода теплоты и холода в системах отопления, вентиляции и кондиционирования.
20.	Использование теплоты вентиляционных выбросов. Схемы рециркуляции воздуха. Энергетическая эффективность систем отопления, вентиляции и кондиционирования.
21.	Применение теплообменников-утилизаторов. Особенности применения рекуперативных, регенеративных и контактных теплообменников, а также теплообменников с промежуточным теплоносителем.
22.	Классификация теплообменных аппаратов (ТА). Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Среднелогарифмический температурный напор.
23.	Прямоток, противоток, сложные схемы движения теплоносителей. Конструкторский и поверочный тепловые расчеты рекуперативного теплообменника
24.	Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов.
25.	Виды теплоносителей и их характеристика: вода, воздух, дымовые газы, высокотемпературные органические теплоносители, минеральные масла, кремнийорганические соединения и неорганические соли, жидкометаллические теплоносители, хладагенты.

7.4 Критерии оценивая текущей, рубежной и промежуточной аттестации

Таблица 7

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
ОПК-3. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах					
Знать: методы расчёта смесительных теплообменников и регенеративных теплообменных аппаратов	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	<i>Темы для РГР, вопросы к практическим работам</i>
Уметь: осуществлять поверочный и гидравлический расчет теплообменных аппаратов.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: принципами работы холодильной машины, холодильных агентов, построением процесса паровых холодильных компрессионных машин	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы знаний	Успешное и систематическое применение навыков	

8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху:**

- **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги

сурдопереводчика;

- для слепоглухих допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1 Литература:

1	Мракин А.Н. Расчет тепломассообменного оборудования [Электронный ресурс]: практикум/ Мракин А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015.— 44 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/76509.html .— ЭБС «IPRbooks»
2	Губарева В.В. Тепломассообменное оборудование предприятий [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Губарева В.В., Губарев А.В.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016.— 202 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/80447.html .— ЭБС «IPRbooks»
3	Ильина Т.Н. Гидродинамика и тепломассообмен в оборудовании систем обеспечения микроклимата [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ильина Т.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2020.— 137 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/88462.html .— ЭБС «IPRbooks»
4	Верболоз Е.И. Технологическое оборудование [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавров и магистров направления 151000 - Технологические машины и оборудование/ Верболоз Е.И., Корниенко Ю.И., Пальчиков А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2014.— 205 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/19282.html .— ЭБС «IPRbooks»
5	Эксплуатация оборудования и объектов газовой промышленности. Том 1 [Электронный ресурс]: справочник мастера по эксплуатации оборудования газовых объектов/ Г.Г. Васильев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Москва: Инфра-Инженерия, 2016.— 608 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/51840.html .— ЭБС «IPRbooks»
6	Контрольно-измерительные технологии и оборудование [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Контрольно-измерительные технологии и оборудование» для обучающихся по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология»/ — Электрон. текстовые данные.— Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2017.— 36 с.— Режим

Интернет-ресурсы:

1.	eknigi.org»...kotelnye-ustanovki...parogeneratory.html
2.	paruem.ru»rol...teploenergetike...kotelnye-ustanovki/
3.	bwt.ru»Для промышленности/Теплоэнергетика/boiler
4.	twirpx.com»Все для студента/1144528
5.	vunivere.ru»Элементы теории горения
6.	book-gu.ru»2013/03/water/
7.	gazovik-teploenergo.ru»index.php?id=1272
8.	BiblioFond.ru»view.aspx?id=525430
9.	SGAU.ru»files/pages/4699/13926150811.
10.	enlightenmebook.com»...котельные-установки
11.	zadocs.ru»fizika/45340/index.html
12.	biblioza.ru»...kotelnye-ustanovki-parogeneratory

9.2. Методические указания по освоению дисциплины (Приложение 1)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Класс с персональными компьютерами для проведения практических занятий и виртуальных лабораторных работ.

Специализированная лаборатория «Тепломассообменного оборудования», включающая 2 стационарных лабораторных стенда, в частности установка по исследованию режимов течения жидкости в трубопроводах, и установка по исследованию перепадов давлений и герметичности фланцевых соединений в насосном и теплообменном оборудовании.

Учебная аудитория кафедры снабженная мультимедийными средствами для представления презентаций и показа учебных фильмов.

Наборы слайдов с технологическими схемами ТЭС и ТЭЦ, графиками пусков, с конструкцией узлов и элементов, технологическими системами обеспечения жизнедеятельности станции.

программное и коммуникационное обеспечение

Средства обеспечения освоения дисциплины

Расчетные компьютерные программы: MATHCAD, EXCEL.

Электронный конспект лекций и электронно-обучающий комплекс по дисциплине «Режимы работы и эксплуатации ТЭС»

1. Тесты для компьютерного тестирования студентов

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС и с учетом рекомендаций по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Приложение 1

Методические указания по освоению дисциплины «Тепломассообменное оборудование предприятий»

1. Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Тепломассообменное оборудование предприятий» состоит из 18 связанных между собой тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Тепломассообменное оборудование предприятий» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические/семинарские занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим/практическим занятиям, тестам/рефератам/докладам/эссе, и иным формам письменных работ, выполнение анализа кейсов, индивидуальная консультация с преподавателем).
3. Интерактивные формы проведения занятий (коллоквиум, лекция-дискуссия, групповое решение кейса и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому/семинарскому занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 – 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 - 15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к практическому/семинарскому занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (лаб. работы).

2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного

материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим/семинарским занятиям.

На практических/семинарских занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

1. Ознакомление с планом практического/семинарского занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. Проработать конспект лекций;
3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического/семинарского занятия;
5. Выполнить домашнее задание;
6. Проработать тестовые задания и задачи;
7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

3. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине «Тепломассообменное оборудование предприятий» - это углубление и расширение знаний в области физических процессов и принципов действия различных видов теплообменного, выпарного, перегонного, сушильного, холодильного и другого тепломассообменного оборудования формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа

представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Подготовка к практическому занятию включает, кроме проработки конспекта и презентации лекции, поиск литературы (по рекомендованным спискам и самостоятельно), подготовку заготовок для выступлений по вопросам, выносимым для обсуждения по конкретной теме. Такие заготовки могут включать цитаты, факты, сопоставление различных позиций, собственные мысли. Если проблема заинтересовала обучающегося, он может подготовить реферат и выступить с ним на практическом занятии. Практическое занятие - это, прежде всего, дискуссия, обсуждение конкретной ситуации, то есть предполагает умение внимательно слушать членов малой группы и модератора, а также стараться высказать свое мнение, высказывать собственные идеи и предложения, уточнять и задавать вопросы коллегам по обсуждению.

При подготовке к контрольной работе обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Виды СРС и критерии оценок


(по балльно-рейтинговой системе ГГНТУ, СРС оценивается в 15 баллов)

1. Реферат
2. Доклад
3. Эссе
4. Участие в мероприятиях

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины. Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

Составитель:

Доцент кафедры
«Технологические машины
и оборудование (ТМО)»



/А.А. Эльмурзаев /

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой
«Технологические машины
и оборудование (ТМО)»




/А.А. Эльмурзаев /

Зав. выпускающей каф.
«Теплотехника и гидравлика»



/ Р.А-В. Турлуев /

Директор ДУМР, доцент



/ М.А. Магомаева /