

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  В.И. Рязских

«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Аппаратурное оформление основных процессов тепломассообмена»

Направление подготовки 13.06.01 ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОТЕХНИКА

Направленность 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

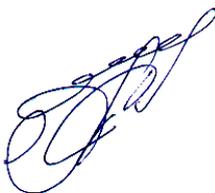
Квалификация выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2021 г

Автор программы



/ С.Ю.Панов /

Заведующий кафедрой
ПММ



/ В.И. Рязских /

Руководитель ОПОП



/ В.И. Рязских /

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование компетенций, необходимых для овладения основными конструкциями аппаратного оформления тепломассообменных процессов; инженерными методиками теплотехнологических расчетов процессов и аппаратов; получение навыков по методам выбора и проверки основного и вспомогательного оборудования промышленных тепломассообменных аппаратов

1.2. Задачи освоения дисциплины

Приобретение и овладение практическими навыками в теплотехнологических расчетах промышленной тепломассообменной аппаратуры; формирование у студентов знаний теплотехнической терминологии; развитие у обучаемых способности к самостоятельному ориентированию в нормативной и справочной документации при расчетах и проектировании тепломассообменных устройств

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Аппаратурное оформление основных процессов тепломассообмена» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1 (Б1.В.ДВ.01.03).

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Аппаратурное оформление основных процессов тепломассообмена» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способность и готовность оценивать техническое состояние объектов и систем электро- и теплоэнергетики с применением современного оборудования и приборов, анализировать и разрабатывать рекомендации по их надежной и безопасной эксплуатации, понимать проблемы научно-технического развития сырьевой базы и современных технологий по утилизации отходов в энергетике и научно-техническую политику в этой области

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	Знать типовые методики расчетов оборудования
	уметь проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием
	владеть способностью проводить расчеты по типовым методикам

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Аппаратурное оформление основных процессов тепломассообмена» составляет 3 з.е

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		5			
Аудиторные занятия (всего)	10	10			
В том числе:					
Лекции, в том числе в форме практической подготовки	10 (4)	10 (4)			
Практические занятия (ПЗ)	-	-			
Самостоятельная работа	98	98			
Реферат	-	-			
Вид промежуточной аттестации – зачет		зачет			
Общая трудоемкость	час	108	108		
	зач. ед.	3	3		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	СРС	Всего, час
1	Основные виды промышленных теплообменных процессов, аппаратов и установок	Теплотехнологические схемы, процессы, аппараты, установки. Классификация теплообменных процессов и аппаратов. Основные процессы: нагревание, охлаждение, испарение, конденсация, выпаривание, сублимация, плавление, сушка, разделение, ректификация, дистилляция; их теплофизическая сущность, основные принципы расчета. Теплообменные аппараты и их классификация - по процессам теплообмена, по времени действия, по назначению. Теплообменные и теплообменные установки: подогревательные, конденсационные и холодильные; выпарные, опреснительные, дистилляционные, ректификационные, сушильные и др. Теплоносители: основные свойства и области рационального применения: водяной пар, вода, дымовые газы, высоко- и низкотемпературные теплоносители.	2	16	18

2	Рекуперативные и регенеративные теплообменные аппараты	Конструкции наиболее распространенных типов рекуперативных ТОА - трубчатых, кожухотрубных, пластинчатых, спиральных, матричных. Их основные элементы и узлы. Конструктивный и поверочный тепловые	2	16	18
3	Дистилляционные и ректификационные установки	Общие сведения о перегонке и ректификации. Физико-химические свойства бинарных смесей. Особенности процессов кипения и конденсации бинарных смесей. Азеотропные смеси. Дистилляция. Диаграмма состояния $t-x,y$ и диаграмма равновесия $y-x$ для бинарных смесей. Процессы в ректификационных установках и их изображение на $t-x,y$ и $y-x$ диаграммах. Дефлегмация и сепарация. Схемы ректификационных установок для бинарных смесей. Конструкции тарельчатых, ситчатых и насадочных колонн. Определение числа тарелок в колонне. Влияние флегмового числа на экономику при проектировании и эксплуатации колонны. Выбор оптимального флегмового числа. Тепловой баланс ректификационных установок. Определение расхода пара и охлаждающей воды на работу ректификационных установок непрерывного действия.	2	16	18
4	Выпарные установки	Физические основы процессов выпаривания. Свойства водяных растворов. Классификация и конструкции выпарных аппаратов. Сепараторы и брызгоотделители, выбор их основных размеров. Схемы многоступенчатых выпарных установок (МВУ) поверхностного типа: прямоточные, противоточные, смешанные, непрерывного и периодического действия; с конденсатором, с противодавлением, с ухудшенным вакуумом. Материальный баланс процесса выпаривания. Определение количества выпаренной воды и концентрации раствора. Тепловой расчет МВУ. располагаемая и полезная разности температур. Техно-экономические показатели МВУ. Выбор оптимального числа ступеней для МВУ. Схемы подогрева раствора, применяемого на МВУ. Оптимальное число ступеней подогрева. Рациональные схемы использования вторичного тепла. Выпарные аппараты с погружными горелками. Адиабатные выпарные аппараты. Кристаллизаторы.	2	16	18

5	Сушильные установки	Назначение и виды обезвоживания. Область применения сушки. Свойства влажных материалов как объектов сушки. Общие сведения о процессах сушки. Кинетика сушки. Динамика сушки. Конвективная сушка. Теплотехнологические схемы сушильных установок. Аппаратно-технологическое оформление процессов сушки. Сушка жидкотекучих, твердых, дисперсных и ленточных материалов. Сушка ТВЧ и сублимационные сушильные установки.	-	18	18
Итого			10	98	108

5.1 Перечень лабораторных работ Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»; «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-4	Знать типовые методики расчетов оборудования	Решение задач на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	Решение задач на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	владеть способностью проводить расчеты по типовым методикам	Решение задач на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
--	---	--	---	---

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-4	Знать типовые методики расчетов оборудования	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть способностью проводить расчеты по типовым	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Непрерывный теплообмен между двумя теплоносителями через разделяющую непроницаемую поверхность происходит в

1. Регенеративных ТОА
2. Рекуперативных ТОА
3. Смесительных ТОА
4. Правильного ответа нет

2. Теплообмен между двумя теплоносителями при поочередном омывании одной и той же поверхности происходит в

1. Рекуперативных ТОА
2. Регенеративных ТОА
3. Смесительных ТОА
4. Правильного ответа нет

3. Из перечисленных теплоносителей практически невозможно транспортировать:

1. Водяной пар
2. Горячая вода
3. Дымовые газы
4. Правильного ответа нет

4. Из перечисленных теплоносителей возможностью транспортировки на самые большие расстояния обладает:

1. Водяной пар
2. Горячая вода
3. Дымовые газы
4. Низкотемпературные теплоносители

5. Среди всех конструкций рекуперативных ТОО применяются во всем возможном диапазоне давлений и температур теплоносителей

1. Кожухотрубные
2. Спиральные
3. Пластинчатые

6. Площадь проходного сечения межтрубного пространства в кожухотрубных ТОО по сравнению с площадью проходного сечения в трубном пространстве:

1. Больше в 2,5-3 раза
2. Меньше в 2,5-3 раза
3. Приблизительно одинаковы

7. Спиральные ТОО по сравнению с кожухотрубными ТОО обладают

1. Повышенной прочностью
2. Повышенным гидравлическим сопротивлением
3. Повышенной компактностью
4. Правильного ответа нет

8. Площадь поверхности теплообмена рекуперативного ТОО определяют в результате

1. Теплового конструктивного расчета
2. Теплового проверочного расчета
3. Компонировочного расчета
4. Прочностного расчета

9. Дополнительное перемешивание потока теплоносителя при движении в изогнутом канале под действием центробежной силы это

1. Рециркуляция
2. Вторичная циркуляция
3. Турбулизация
4. Правильного ответа нет

10. Компонировкой трубного пучка называется

1. Расположение труб на трубной решетке
2. Ориентация трубного пучка относительно потока теплоносителя

3. Размещение перегородок в межтрубном пространстве

4. Размещение перегородок в крышках ТОО

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Оценить площадь поверхности теплообменного аппарата по рекомендуемым значениям коэффициентов теплоотдачи.
2. Найти эффективность теплообменного аппарата по известному тепловому балансу.
3. Определить степень оребрения по геометрии ребер.
4. Определить коэффициент теплопередачи со стороны оребренной и неоребреной поверхности.
5. Найти КПД ребра и КПД оребренной поверхности по известным характеристикам ребер и коэффициенту теплоотдачи.
6. Определить требуемую мощность на прокачку теплоносителя в теплообменном аппарате.
7. Найти конечное влагосодержание (либо температуру газа) в смесительном теплообменнике из его теплового баланса, считая газ на выходе полностью насыщенным.
8. Найти количество вторичного пара (либо крепкого раствора) в выпарной установке по ступеням.
9. Определить время сушки материала в первом периоде.
10. Определить время сушки материала во втором периоде.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Оценить площадь поверхности теплообменного аппарата по рекомендуемым значениям коэффициентов теплоотдачи.
2. Найти эффективность теплообменного аппарата по известному тепловому балансу.
3. Определить степень оребрения по геометрии ребер.
4. Определить коэффициент теплопередачи со стороны оребренной и неоребреной поверхности.
5. Найти КПД ребра и КПД оребренной поверхности по известным характеристикам ребер и коэффициенту теплоотдачи.
6. Определить требуемую мощность на прокачку теплоносителя в теплообменном аппарате.
7. Найти конечное влагосодержание (либо температуру газа) в смесительном теплообменнике из его теплового баланса, считая газ на выходе полностью насыщенным.
8. Найти количество вторичного пара (либо крепкого раствора) в выпарной установке по ступеням.
9. Определить время сушки материала в первом периоде.
10. Определить время сушки материала во втором периоде.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Характеристика основных теплоносителей, используемых в промышленности.
2. Основные конструкции рекуперативных теплообменных

аппаратов.

3. Основные расчеты при проектировании ТОА. Оптимизация
4. Компоновка трубного пучка в рекуперативных ТОА.
Коридорный и шахматный пучки. Расчет теплообмена на поверхности пучка.
5. Перегородки в межтрубном пространстве рекуперативных ТОА.
Конструкции. Варианты установки.
6. Оребрение. Конструкции оребренных труб. Методы расчета теплообмена при оребрении
7. Теплообмен при кипении теплоносителя. Два кризиса кипения
8. Теплообмен при конденсации теплоносителя. Пленочная и капельная конденсация
9. Сложный теплообмен в рекуперативных ТОА
10. Тепловой проверочный расчет рекуперативных ТОА непрерывного действия
11. Компоновочный расчет рекуперативных ТОА непрерывного действия
12. Тепловой расчет рекуперативного ТОА периодического действия при изменении агрегатного состояния одного из теплоносителей
13. Тепловой расчет рекуперативного ТОА периодического действия при постоянном агрегатном состоянии теплоносителей
14. Регенеративные ТОА. Основные конструкции
15. Теплообмен в регенеративных ТОА
16. ТОА с «псевдооживленным» слоем. Характеристики слоя.
Гидродинамика образования «кипящего» слоя.
17. Выпаривание растворов. Основные процессы. Методы и способы выпаривания
18. Физико-химическая температурная депрессия. Причины возникновения. Методы расчета
19. Гидростатическая и гидродинамическая температурные депрессии.
20. Располагаемая и полезная разности температур.
21. Устройство и принцип работы выпарных аппаратов с естественной циркуляцией раствора
22. Устройство и принцип работы выпарных аппаратов с принудительной циркуляцией раствора
23. Устройство и принцип работы пленочных выпарных аппаратов
24. Многоступенчатое выпаривание. МВУ. Греющие теплоносители. Подогрев раствора.
25. Классификации МВУ.
26. Исходные данные и цели теплового расчета МВУ.
27. Распределение полезной разности температур по ступеням МВУ

28. Контактные выпарные аппараты. Конструкция ВА с аппаратами погружного горения
29. Кристаллизация в выпарных аппаратах. Механизм кристаллизации. Способы кристаллизации
30. Кристаллизаторы. Конструкция вакуум-кристаллизационного аппарата.
31. Установки адиабатного испарения. Принцип работы и конструкции
32. Перегонка как способ разделения смесей. Бинарные смеси. Смесей с взаимно нерастворимыми и частично растворимыми компонентами.
33. Бинарные смеси с взаимно растворимыми компонентами. Виды смесей. Закон Рауля
34. Диаграммы состояния взаимнорастворимых идеальных смесей
35. Диаграммы состояния взаимнорастворимых реальных смесей. Законы Коновалова
36. Дистилляция. Одноступенчатая дистилляционная установка
37. Многоступенчатая дистилляционная установка. Дефлегмация
38. Ректификация. Конструкция и принцип ректификационной установки периодического действия. Изображение процессов на диаграмме
39. Ректификационная установка непрерывного действия. Конструкция. РУ для разделения многокомпонентных смесей
40. Цели расчета ректификационных установок. Метод теоретических тарелок. Уравнения рабочих линий
41. Метод «кинетической кривой» для расчета ректификационных установок
42. Влияние флегмового числа на работу ректификационной установки. Определение минимального флегмового числа
43. Определение оптимального флегмового числа методом Плановского и РТМ.
44. Экстрактивная ректификация. Азеотропная ректификация.
45. Основные способы обезвоживания материалов. Естественная и искусственная сушка. Сушильный агент
46. Свойства влажных материалов. Виды связи влаги с материалом.
47. Динамика сушки. Основные движущие силы, перемещающие влагу внутри высушиваемого материала
48. Кинетика сушки. Первый и второй периоды сушки
49. Определение продолжительности первого и второго этапов сушки
50. Влияние способа подвода теплоты на перемещение влаги внутри высушиваемого материала
51. Теоретическая сушильная установка. Изображение процесса в теоретической СУ на диаграмме

52. Действительная сушильная установка. Изображение процесса в действительной СУ на диаграмме
53. Рециркуляция сушильного агента. Сушка с промежуточным подогревом сушильного агента
54. Контактные сушильные установки
55. Терморadiационные сушильные установки
56. Сушка токами высокой частоты
57. Сублимационная сушка
58. Основные способы получения низких температур
59. Хладоагенты парокomпессионных холодильных установок. Хладоносители
60. Идеальная парокomпессионная холодильная установка. Холодильный коэффициент. Изображение цикла на диаграмме
61. Действительная одноступенчатая парокomпессионная холодильная установка. Изображение цикла на диаграмме
62. Двухступенчатая парокomпессионная холодильная установка. Изображение цикла на диаграмме
63. Каскадная парокomпессионная холодильная установка. Изображение цикла на диаграмме
64. Идеальная газовая холодильная установка. Изображение цикла на диаграмме
65. Идеальная газовая холодильная установка с регенерацией тепла. Изображение цикла на диаграмме
66. Действительная газовая холодильная установка. Изображение цикла на диаграмме
67. Идеальная абсорбционная холодильная установка
68. Действительная абсорбционная холодильная установка
69. Пароэжекторная холодильная установка. Изображение идеального и реального циклов на диаграмме
70. Термоэлектрические холодильные установки
71. Влажный воздух. Количественные и качественные характеристики влажного воздуха
72. $h-d$ диаграмма влажного воздуха. Изображение основных процессов на диаграмме: нагрев, охлаждение, адиабатное испарение, смешение двух потоков

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по задачам и билету. Вначале студент получает задачу, на решение которой отводится 30 минут.

Успешно решившие задачу получают билет, в котором 3 вопроса из разных разделов. При подготовке к ответу на вопросы в билете

разрешается пользоваться любыми материалами.

После ответа на вопрос билета студент получает дополнительные вопросы, количество которых варьируется от 1 до 3 (на усмотрение преподавателя по результатам посещаемости занятий, активности на практических занятиях).

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент не решил задачу
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент решил задачу и ответил полностью хотя бы на один вопрос в билете
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент решил задачу и ответил полностью на все вопросы в билете
4. Оценка «Отлично» ставится в случае, если студент решил задачу и ответил полностью на все вопросы в билете и на все дополнительные вопросы

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные виды промышленных теплообменных процессов, аппаратов и установок	ПК-4	Тест
2	Рекуперативные и регенеративные теплообменные аппараты	ПК-4	Тест
3	Дистилляционные и ректификационные установки	ПК-4	Тест
4	Выпарные установки	ПК-4	Тест
5	Сушильные установки	ПК-4	Тест
6	Смесительные теплообменные аппараты	ПК-4	Тест

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи

компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1.Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Портнов В.В. Смесительные теплообменные аппараты. Учебное пособие. Воронеж. Изд-во ВГТУ. 2015. 75 с.
2. Булыгин Ю.А. Теплообменные аппараты в нефтегазовой промышленности: курсовое проектирование: учеб. пособие / Ю.А. Булыгин, С.С. Баранов. Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2015. 100 с.
3. Теплообменные аппараты химических производств: учеб. пособие/ Е. А. Дмитриев, Е. П. Моргунова, Р. Б. Комляшёв. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2013. 88 с.
4. Теплообменное оборудование предприятий/ А.Н. Иванов, В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин. — Санкт-Петербург: СПбГУПТД, 2016. 184 с.
5. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок / Ю.М. Бродов, К.Э. Аронсон, А.Ю. Рябчиков, М.А. Ниренштейн; под общ. ред. Ю.М. Бродова. — М.: Издательский дом МЭИ, 2016. 480 с.
6. Машиностроение. Энциклопедия в 40 томах. Том 4-10. Теплообменные аппараты технологических подсистем турбоустановок/ Фролов К. —М.:Машиностроение 2016. 472 с.
7. Савельев Н.И. Расчет и проектирование кожухотрубчатых теплообменных аппаратов: учеб. пособие / Н.И. Савельев, П.М. Лукин. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2010. 80 с.
8. Теплообменники энергетических установок: учебник для вузов / К.Э. Аронсон, С.Н. Блинков, В.И. Брезгин и др.; под ред. Ю.М. Бродова. – Екатеринбург: Сократ, 2003. 986 с.
9. Бажан П. Л . Справочник по теплообменным аппаратам / П.И. Бажан, Г.Е. Каневец. В.М. Селиверстов. — М.: Машиностроение, 1989, — 371 с.
10. Справочник по теплообменникам: в 2-х т. / пер. с англ. под ред. О.Г. Мартыненко и др. – М.: Энергоатомиздат, 1987.-Т.2. – 352 с.

8.2.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Укажите перечень информационных технологий

1. Microsoft Office10
2. Acrobat Pro 2017
3. LibreOffice
4. OppenOffice
5. . Notepad++
6. 7 zip
7. WinRAR
8. Paint.NET
9. Google Chrome
10. Mozilla Firefox
11. Media Player Classic Black Edition
- 12 PDF24 Creator
13. WinDjView
14. ANSYS DesignModeler; ANSYS CFD Premium; ANSYS Mechanical Enterprise; ANSYS HPC Pack; ANSYS Geometry Interface for Parasolid
15. MathCad Express
16. Wolfram Mathematica
17. COMSOL Multiphysics
18. <http://www.edu.ru/> - образовательный портал
19. <http://window.edu.ru>, <https://wiki.cchgeu.ru> - информационные справочные системы
20. elibrary.ru
21. <http://vipbook.info> - электронная библиотека
22. www.iprbookshop.ru – электронная библиотека
23. <https://www.roscosmos.ru/> - официальный сайт Госкорпорации «Роскосмос»
24. <https://www.tsniimash.ru/> - официальный сайт АО «ЦНИИмаш»
25. <https://kbkha.ru/> - официальный сайт АО КБХА

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащённая оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой (ауд. 305/2).

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

По дисциплине «Тепломассообменное оборудование предприятий» читаются лекции.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Контроль усвоения материала дисциплины производится путем проведения зачета.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций,
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП