

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Тепломассообменное оборудование промышленных предприятий

Код модуля
1156512

Модуль
Насосное и тепломеханическое оборудование

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Павлюк Елена Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники
2	Тупоногов Владимир Геннадьевич	доктор технических наук, доцент	профессор	Теплоэнергетика и теплотехника

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

Авторы:

- Тупоногов Владимир Геннадьевич, профессор, Теплоэнергетика и теплотехника

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Теплообменное оборудование промышленных предприятий

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	6	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен Курсовой проект	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Домашняя работа	4

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Теплообменное оборудование промышленных предприятий

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-7 -Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности и производственного	З-1 - Объяснить принцип действия основного технологического оборудования З-2 - Изложить научные основы технологических операций П-1 - Поддерживать в процессе производственной эксплуатации заданные режимы технологических операций и параметры работы необходимого оборудования, обеспечивающие производительность и качество получаемой продукции У-1 - Определять необходимое технологическое оборудование	Лабораторные занятия Лекции Экзамен

цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности	для выполнения технологических операций	
ПК-3 -Способен выполнять гидравлические расчеты, расчеты тепловых схем, газовых схем с выбором оборудования и арматуры, аэродинамические расчеты и расчеты энергоэффективности, разрабатывать проектную документацию по отдельным узлам и элементам тепломеханического оборудования на основании задания руководителя	<p>Д-1 - Уверенно ориентироваться в номенклатуре энергетического оборудования</p> <p>З-6 - Перечислить основные отечественные и зарубежные источники научно-технической информации по вопросам расчета, проектирования и использования теплообменного оборудования предприятий</p> <p>З-7 - Описать основные типы и конструкции теплообменного оборудования предприятий и области их применения</p> <p>З-8 - Объяснять основные физико-химические процессы, протекающие в элементах теплообменного оборудования, физические законы, которым они подчиняются и модели для их описания</p> <p>П-4 - Разрабатывать программы расчетов характеристик теплообменного оборудования</p> <p>П-5 - Иметь практический опыт проведения тепловых, гидравлических и конструктивных расчетов теплообменного оборудования</p> <p>П-6 - Иметь практический опыт проектирования элементов теплообменного оборудования с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием</p> <p>П-7 - Иметь практический опыт проведения тепловых, гидравлических и</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Домашняя работа № 3</p> <p>Домашняя работа № 4</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Курсовой проект</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>конструктивных расчетов теплообменного оборудования</p> <p>П-8 - Иметь практический опыт выполнения эскизных, детализировочных, сборочных чертежей, технических схем, в том числе с применением средств компьютерной графики</p> <p>У-10 - Анализировать технические параметры теплообменного оборудования, входящего в состав энергетических и технологических установок</p> <p>У-7 - Анализировать информацию о новых типах и конструкциях теплообменного оборудования, принципах их действия, методах их расчета и проектирования</p> <p>У-8 - Выбирать теплообменное оборудование, выпускаемое отечественными и зарубежными предприятиями, в соответствии с его функциональным назначением и требуемыми характеристиками</p> <p>У-9 - Анализировать нормативные методики расчета теплообменного оборудования и применять их на практике для решения поставленной задачи</p>	
<p>ПК-22 -Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах</p>	<p>З-1 - Перечислить основные теплоносители применяемые в теплообменном оборудовании, их свойства и характеристики</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт расчета процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования</p> <p>У-1 - Анализировать информацию о свойствах теплоносителей, используемых</p>	<p>Лабораторные занятия</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	в тепломассообменном оборудовании	
--	-----------------------------------	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа №1</i>	5,6	50
<i>контрольная работа № 2</i>	5,15	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа № 1</i>	5,9	34
<i>домашняя работа № 2</i>	5,12	34
<i>домашняя работа № 3</i>	5,14	14
<i>домашняя работа № 4</i>	5,16	18
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.1		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>отчет по лабораторным работам</i>	5,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
защита курсового проекта	5,16	100
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – 1		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)		
№	Содержание уровня	Шкала оценивания

п/п	выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Традиционная характеристика уровня	Качественная характеристика уровня	
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Расчет пароводяного кожухотрубного теплообменного аппарата
 2. Расчет водоводяного кожухотрубного теплообменного аппарата
 3. Расчет пароводяного бойлера аккумулятора
 4. Расчет водоводяного бойлера аккумулятора
 5. Расчет пластинчатого теплообменного аппарата
 6. Расчет регенеративного теплообменного аппарата
 7. Расчет скруббера с насадкой
 8. Расчет конвективной сушильной установки
 9. Расчет выпарной установки
 10. Расчет ректификационной колонны
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Испытание воздушного рекуперативного теплообменника
2. Испытание пароводяного рекуперативного теплообменника
3. Тепловое и гидравлическое испытание пластинчатого теплообменника
4. Изучение динамики конвективной сушки

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Регенеративные теплообменные аппараты.

Примерные задания

Рассчитать длину трубок и число витков трубок витого теплообменника воздухоразделительной установки, в котором медные трубки с наружным диаметром 6 мм и с толщиной стенки 1 мм навиты на сердечник; средний диаметр навивки 50 мм. Между трубками лежат прокладки толщиной 3 мм; расстояние между соседними витками трубок составляет 3 мм. Внутри трубок теплообменника движется воздух с давлением 15 МПа со скоростью 1 м/с. Температуры воздуха на входе и на выходе, соответственно, 290 К и 160 К. Расход воздуха составляет 500 кг/ч. Снаружи трубки омываются потоком азота с давлением 0,15 МПа со скоростью в узком сечении ряда 8 м/с. Температуры азота на входе и на выходе, соответственно, 280 К и 140 К. Коэффициент теплопроводности меди 400 Вт/(м·К). Коэффициенты динамической вязкости и теплопроводности воздуха и азота берутся из таблицы при их средних температурах.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Выпарные установки.

Примерные задания

Студентам предлагается ответить на несколько вопросов из предложенных ниже:

- 1) Чем отличается выпаривание от испарения?
- 2) С какой целью в выпарных аппаратах создают условия для циркуляции раствора?
- 3) Каким образом создается вакуум в выпарных установках?
- 4) Что понимается под полезной разностью температур выпарного аппарата?
- 5) Составьте материальный и тепловой балансы процесса выпаривания. Как определить расход греющего пара при выпаривании?
- 6) Как определить температуру кипения раствора при выпаривании?
- 7) Назовите способы экономии греющего пара при выпаривании.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Тепловой конструктивный расчет пластинчатого теплообменного аппарата теплогидравлическим методом.

Примерные задания

Выполнить конструктивный расчет пластинчатого теплообменного аппарата теплогидравлическим методом при следующих параметрах теплоносителей: горячий теплоноситель – вода

с температурой 130 °С на входе и 100 °С на выходе, расходом 30 м³/ч и избыточным давлением 1 МПа; холодный теплоноситель – вода с температурой на входе 20 °С на входе и 70°С на выходе, избыточным давлением 1 МПа.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Тепловой конструктивный расчет пароводяного бойлера-аккумулятора.

2. Тепловой конструктивный расчет водоводяного бойлера-аккумулятора.

Примерные задания

Выполнить тепловой конструктивный расчет бойлера-аккумулятора. Дано: греющий теплоноситель: насыщенный водяной пар с избыточным давлением $P_{\text{изб}}=4$ бар. Нагреваемый теплоноситель: вода с давлением $P_2=6$ бар; начальная температура $t_1=15$ °С, конечная температура $t_2=65$ °С; время нагрева $\tau=7,7$ часов, объем $V=7,7$ м³. Теплопроводность материала трубок $\lambda=100$ Вт/(м·К). Найти: расход пара на подогрев воды D и поверхность теплообмена F .

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.5. Домашняя работа № 3

Примерный перечень тем

1. Расчет скруббера с насадкой для охлаждения дымовых газов.

Примерные задания

Определить объем и высоту противоточного скруббера, для охлаждения воздуха.

Скруббер имеет следующие характеристики: $L=22750$ кг сух. возд./час, $t_1=190$ °С, $t_2=10$ °С, $X_1=0.05$ кг/кг. Насадка: стальные кольца Рашига $25 \times 25 \times 0,8$ мм.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.6. Домашняя работа № 4

Примерный перечень тем

1. Расчет сушильной установки.

Примерные задания

Произвести тепловой и аэродинамический расчет блока сушильных камер при следующих исходных данных: пиломатериал – березовые доски толщиной 20 и шириной 60 мм; начальная влажность – 80%; производительность блока – 20000 м³/год; назначение древесины – для производства лыж.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Определение процесса сушки. Цель сушки. Предварительная подготовка материалов при сушке. Естественная и искусственная сушка. Способы подвода теплоты при сушке. Усадка и коробление материала. Определение продолжительности сушки материалов. Определение формы связи влаги с материалом. Закон термовлагопроводности

2. Физические свойства влажного воздуха: состав, энтальпия, влагосодержание, абсолютная и относительная влажность. Определение основных параметров влажного воздуха. I-x диаграмма влажного воздуха и правила ее построения. Построение основных процессов в I-x диаграмме. Определение относительной влажности воздуха с помощью психрометра. Процесс смешения воздуха различных состояний в I-x диаграмме.

3. Капиллярно-пористое тело. Формы связи влаги с материалом. Влажность материала. Равновесная и гигроскопическая влажности.

4. Кривые сушки.

5. Расчет теоретической и реальной сушилки. Сушилка с рециркуляцией. Сушилка промежуточным подогревом. Сушилка с промежуточным подогревом и рециркуляцией. Конденсационная сушилка.

6. Основные виды теплоносителей и область их применения.

7. Классификация теплообменных аппаратов.

8. Кожухотрубчатый теплообменник.

9. Теплообменник труба в трубе.

10. Пластинчатые теплообменники.

11. Спиральный теплообменник.

12. Порядок проектирования теплообменных аппаратов рекуперативного типа.

13. Конструктивный тепловой расчет теплообменных аппаратов рекуперативного типа.

14. Коэффициенты совершенства теплообменных аппаратов.

15. Интенсификация теплообмена в аппаратах.

16. Тепловой расчет теплообменников с ребристыми поверхностями.

17. Вертикальный и горизонтальный бойлеры-аккумуляторы.

18. Сравнение бойлеров-аккумуляторов с теплообменниками непрерывного действия.

19. Автоклавы различного типа

20. Воздухоподогреватель для доменных печей.

21. Регенераторы

22. Смесительные теплообменники. Принцип действия, назначение.

23. Кондиционер.

24. Скруббер с насадкой.

25. Каскадный аппарат.

26. Струйный пароподогреватель

27. Конструктивный тепловой расчет скруббера с насадкой. Формулировка задачи. Порядок решения. Построение скрубберного процесса и определение расхода воды на орошение. Определение тепловой мощности скруббера

28. Конструктивный тепловой расчет регенеративного теплообменного аппарата.

29. КО с V-образной трубой. Батарейный КО. Лабиринтовый КО. Гидроколонка. КО с сильфоном. КО с закрытым поплавком. КО колокольного типа

30. Определение процесса выпарки и область применения ВУ. Физико-термическая температурная депрессия. Определение количества воды, выпаренной из раствора. Сравнение ВА с парогенератором.

31. Классификация ВУ. ВА с центральной циркуляционной трубой. ВА с длинными трубками пленочного типа. ВА с выносным кипятильником. Принцип многократного испарения. Прямоточная ВУ. Противоточная ВУ. Выпарные установки с параллельным и смешанным подводом раствора.

32. Дистилляционные и ректификационные установки. Основные определения.

33. Физико-химические свойства бинарных смесей с взаиморастворимыми компонентами. Состав идеальных бинарных смесей с взаиморастворимыми компонентами.

34. Схема и фазовая диаграмма дистилляционной установки.

35. Процессы в ректификационной колонне. Фазовая диаграмма процессов. Ректификационная установка непрерывного действия.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3.2. Курсовой проект

Примерный перечень тем

1. Расчет горизонтального подогревателя сетевой воды.
2. Расчет вертикального подогревателя сетевой воды.
3. Расчет вертикального водо-водяного теплообменника с жесткой трубной решеткой.
4. Расчет вертикального водо-водяного теплообменника с плавающей головкой.
5. Расчет вертикального водо-водяного теплообменника с U-образными трубами.
6. Расчет вертикального бойлера-аккумулятора с водяным обогревом.
7. Расчет горизонтального бойлера-аккумулятора с водяным обогревом.
8. Расчет секционного водо-водяного подогревателя тепловой сети.

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-3	З-7 З-8 У-7	Курсовой проект Практические/семинарские занятия Экзамен