

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Генераторы тепла и автономное теплоснабжение зданий

**Код модуля**  
1152961

**Модуль**  
Генераторы тепла и автономное теплоснабжение  
зданий

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Черепанова Екатерина Владимировна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	теплоэнергетики и теплотехники

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.А. Плеханова

**Авторы:**

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ** Генераторы тепла и автономное теплоснабжение зданий

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	6	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет Экзамен Курсовой проект	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	7
		Домашняя работа	1

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ** Генераторы тепла и автономное теплоснабжение зданий

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
ПК-24 -Способность проводить работы по проектированию систем теплогасоснабжения, вентиляции и котельных установок	З-34 - Знать способы генерации тепла З-35 - Изложить основные принципы работы теплогенераторов и способы транспорта тепла З-36 - Классифицировать оборудование, генерирующее тепло З-37 - Привести примеры использования того или иного способа обогрева П-28 - Осуществить оценку потребности объекта в тепловой энергии	Курсовой проект Лекции Практические/семинарские занятия

	<p>П-29 - Создавать технологические схемы систем выработки тепла</p> <p>П-30 - Разрабатывать проект системы генерации тепловой энергии</p> <p>П-31 - Оформлять технические отчёты, проектную документацию и т.п.</p> <p>У-34 - Выбирать оборудование с учетом технического задания</p> <p>У-35 - Систематизировать полученную информацию для формулировки технических задач</p> <p>У-36 - Оценивать результаты технических расчётов</p> <p>У-37 - Обобщать полученную информацию</p> <p>У-38 - Выделять технические особенности обогреваемых объектов</p>	
<p>ПК-25 -Способность проводить обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции и котельных установок</p>	<p>З-14 - Определять тип и принцип действия отопительного оборудования</p> <p>З-15 - Соотнести количественные характеристики отопительного оборудования</p> <p>З-16 - Знать методику расчета рассеивания вредных примесей и выбор высоты дымовых труб</p> <p>З-17 - Способен классифицировать системы и тепловые схемы котельных установок</p> <p>П-13 - Осуществлять сбор исходной информации для проектирования системы генерации тепла</p> <p>П-14 - Осуществлять обоснованный выбор основного и вспомогательного оборудования</p> <p>П-15 - Иметь практический опыт разработки технической документации</p> <p>У-16 - Правильно интерпретировать результаты технических измерений и расчётов</p>	<p>Курсовой проект</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>

	<p>У-17 - Определять оптимальные методы получения тепловой энергии</p> <p>У-18 - Обосновать выбор типа и количество единиц оборудования</p>	
<p>ПК-28 -Способность проводить работы по техническому обслуживанию, ремонту, реконструкции систем теплогазоснабжения, вентиляции и котельных установок</p>	<p>З-2 - Знать стандарты проектирования котельных</p> <p>З-3 - Понимать общие особенности работы теплогенерирующего оборудования</p> <p>З-4 - Владеть методикой теплотехнических испытаний котельных установок</p> <p>П-2 - Предлагать методы оптимизации систем отопления</p> <p>П-3 - Разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению, адаптировать новые энергосберегающие технологии применительно к генераторам тепла</p> <p>У-2 - Уметь составлять компоновочные чертежи котельных</p> <p>У-3 - Сравнить соизмерять затраты на монтаж и эксплуатацию оборудования</p> <p>У-4 - Выполнять расчеты практических задач в области рабочих процессов котельных установок и парогенераторов</p>	<p>Курсовой проект</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>

### 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

<p><b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.50</b></p>		
<p>Текущая аттестация на лекциях</p>	<p><b>Сроки – семестр, учебная неделя</b></p>	<p><b>Максимальная оценка в баллах</b></p>
<p><i>Контрольная работа 1</i></p>	<p>5,5</p>	<p>20</p>

<i>Контрольная работа 2</i>	5,8	20
<i>Контрольная работа 3</i>	5,10	20
<i>Контрольная работа 4</i>	5,12	20
<i>Контрольная работа 5</i>	5,15	20
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.50</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.50</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.50</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Домашняя работа</i>	5,14	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1.00</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.00</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		

Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – **не предусмотрено**

**3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – <b>не предусмотрено</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.50</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Контрольная работа 6</i>	6,12	50
<i>Контрольная работа 7</i>	6,15	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – <b>0.50</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <b>зачет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – <b>0.50</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.50</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Оформление отчетов</i>	6,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – <b>1.00</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>0.00</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – <b>нет</b>		

**Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-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
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0,00</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – 1,00</b>		

## 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

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>
---



№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		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. Решение задач на пересчет состава топлива из одного состояния в другое и определение теплоты сгорания топлива, пересчет расхода натурального топлива в условное и т.п.

2. Решение задач на определение теоретически необходимого и действительного объема воздуха, необходимого для сгорания топлива; определение объемов и объемных расходов образующихся продуктов сгорания.

3. Решение задач на составление теплового баланса теплогенератора, определение КПД и расхода топлива.

4. Решение задач на определение значения и характера жесткости и щелочности воды, времени фильтроцикла, количества реагентов для регенерации ионитных фильтров.

5. Решение задач на определение необходимого напора и производительности тягодутьевых машин.

6. Решение задачи на определение высоты дымовой трубы в котельной.
  7. Изучение тепловых схем котельных централизованных и автономных систем теплоснабжения.
  8. Расчет принципиальных тепловых схем котельных.
  9. Расчет и выбор теплообменных аппаратов, деаэраторов, конденсатных баков, баков-аккумуляторов, насосов, расширительных баков.
  10. Решение задач на выбор схемы водоподготовительной установки (ВПУ), выбор количества и марки фильтров ВПУ, выбор комплексона.
  11. Решение задач на аэродинамический расчет котельной установки, выбор тягодутьевого оборудования.
  12. Изучение архитектурной компоновки котельных в системах централизованного теплоснабжения, а также архитектурно-конструктивных решений котельных автономного теплоснабжения.
- LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.1.3. Лабораторные занятия**

Примерный перечень тем

1. Определение влажности твердого топлива,
2. Определение зольности твердого топлива,
3. Определение выхода летучих веществ.
4. Тепловой баланс чугунного водяного экономайзера.
5. Тепловой баланс утилизатора теплоты продуктов сгорания.
6. Тепловые испытания водогрейного котла.
7. Тепловые испытания парового котла.
8. Определение щелочности воды.
9. Определение жесткости воды.

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. Тепловой баланс котла.

Примерные задания

Тестовые задания типа:

1. Выберите уравнение теплового баланса котла.
2. КПД парового котла по уравнению прямого баланса рассчитывается:
3. КПД котла по уравнению обратного баланса рассчитывается по выражению:
4. Выберите правильные утверждения:
5. Назовите основные потери в тепловом балансе котельного агрегата при сжигании природного газа.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Топочные и горелочные устройства.

Примерные задания

Тестовые задания типа:

1. Какое топливо можно сжигать в камерных топках? \_\_\_\_\_
2. Дайте определение кратности циркуляции. \_\_\_\_\_
3. Чему равна кратность циркуляции у прямоточного котла? \_\_\_\_\_
4. Запишите марку газомазутного двухбарабанного парового котла с естественной циркуляцией Бийского котельного завода паропроизводительностью 25 т/ч, абсолютным давлением 2,4 МПа и температурой перегретого пара 380 °С: \_\_\_\_\_
5. Что является движущей силой естественной циркуляции? \_\_\_\_\_

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Контрольная работа № 3

Примерный перечень тем

1. Задания по темам лекций.

Примерные задания

Тестовые задания типа:

1. К какому типу теплообменных аппаратов относится трубчатый воздухоподогреватель?
2. Расход воздуха  $V_v$ , подаваемого на горение, связан с расходом топлива  $B$  соотношением:
3. Регенерацию какого ионитного фильтра проводят раствором поваренной соли?
4. Каковы причины строгого нормирования содержания ионов  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  в водяном тракте ТЭС и котельных? (ответ должен содержать необходимые пояснения).
5. Какой знак заряда несет матрица катионита?

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.4. Контрольная работа № 4

Примерный перечень тем

1. Задания по темам лекций.

Примерные задания

Тестовые задания типа:

1. Перечислите недостатки методов ионного обмена \_\_\_\_\_
2. Что относят к мембранным методам очистки воды?
3. Индекс стабильности воды  $J$ , используемой в качестве теплоносителя, должен быть:
4. Напишите зависимость, связывающую растворимость газов с его параметрами:  
\_\_\_\_\_
5. Какие типы деаэраторов по способу контакта воды с паром Вам известны?  
\_\_\_\_\_

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.5. Контрольная работа № 5

Примерный перечень тем

1. Решить задачу.

Примерные задания

Какому количеству условного топлива эквивалентен 1 кг нефти; 1 м<sup>3</sup> (в нормальных условиях) природного газа и 1 кг карагандинского каменного угля?

Задан состав топлива. Определить низшую теплоту сгорания в рабочем состоянии.

Задан состав топлива. Определить, теоретический объем воздуха.

Рассчитать, сколько воздуха нужно для сжигания 0,15 кг серы.

Рассчитать, сколько получится продуктов сгорания при сжигании 0,15 кг серы.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.6. Контрольная работа № 6

Примерный перечень тем

1. Расчет элементов тепловых схем котельных. Выбор оборудования котельных.

Примерные задания

1. Что относится к основному оборудованию котельной?

2. Объясните назначение насосов рециркуляции в водогрейной котельной.

3. На каких трубопроводах и в каких котельных необходимо устанавливать расширительные баки?

1. Что относится к вспомогательному оборудованию котельной?

2. Как рассчитать средний температурный напор в теплообменнике? Напишите формулу и поясните, какие величины в нее входят, укажите размерности.

3. Какими требованиями необходимо руководствоваться при выборе высоты дымовой трубы?

1. На базе каких двух основных уравнений рассчитываются теплообменные аппараты? Напишите уравнения с пояснением входящих в них величин и их размерностей.

2. Как выбирается деаэратор?

3. Какими устройствами должна быть оборудована дымовая труба?

1. В каком теплообменнике достигается наибольший температурный напор – в противоточном, прямоточном или перекрестноточном?

2. Как выбираются насосы?

3. Чем отличается принципиальная тепловая схема от развернутой?

1. Как выбираются теплообменные аппараты?

2. Как выбираются фильтры ВПУ?

3. Перечислите характерные режимы для расчета тепловых схем котельных.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.7. Контрольная работа № 7

Примерный перечень тем

1. Решить задачу.

Примерные задания

В паро-водяном теплообменнике нагревают 35 т/час воды от 60 до 90 оС. Определить расход пара атмосферного давления.

Определить расход природного газа для водогрейного котла, в котором 140 т воды в час нагревается от 70 до 130 оС с КПД 90%.

Рассчитать расход пара и воды из расширителя непрерывной продувки, в который поступает 10 т/час воды из барабана парового котла при давлении в барабане 1,4 МПа.

Определить диаметр трубопровода, по которому идет сетевая вода к теплообменнику мощностью 2 Гкал/час и нагревается в нем от 70

до 95 оС. Рекомендуемая скорость движения воды 1,5 м/с.

Определить за какое время с момента включения выкипит вся вода из электрочайника объемом 2 л и мощностью электронагревателя

1,2 кВт.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.8. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Расчет объемов и расхода продуктов сгорания при сжигании газообразного топлива.
2. Расчет объемов и расхода продуктов сгорания при сжигании твердого топлива.
3. Определение концентрации газовых компонентов в продуктах сгорания.
4. Определение теоретической температуры горения.
5. Определение тепловой мощности топки и расхода воздуха.
6. Определение потери теплоты с уходящими газами.
7. Определение потери теплоты с физической теплотой шлака.
8. Определение КПД брутто и нетто котельной установки.
9. Определение паропроизводительности котлоагрегата.

Примерные задания

1. Рассчитать сколько воздуха нужно подать для сжигания 2 кг топлива следующего состава:  $S_p = 65 \%$ ;  $S_r = 3\%$ ; остальное зола.
2. Рассчитать, сколько получится продуктов сгорания при сжигании 0,5 кг метана.
3. Определить расход каменного угля для водогрейного котла, в котором 100 т воды в час нагревается от 70 до 150 оС с КПД 80%.
4. Определить расход продуктов сгорания для газового водогрейного котла, в котором 230 т воды в час нагревается от 70 до 140 °С с КПД 90%.
5. На-катионитный фильтр имеет диаметр 0,8 м и высоту засыпки слоя 1,5 м; емкость фильтра 1700 г-экв/м<sup>3</sup>. Сколько поваренной соли потребуется для его регенерации?
6. Определить расход сухого насыщенного пара с давлением 0,6 МПа на паро-водяной теплообменник, в котором 130 т воды в час нагревается от 70 до 90 оС.
7. Рассчитать расход пара и воды из расширителя непрерывной продувки, в который поступает 10 т/час воды из барабана парового котла. Давление в барабане 1,4 МПа.

8. Рассчитать температуру в конденсатном баке, если в него приходят следующие потоки конденсата: 3 т/час с температурой 45 оС; 2 кг/с с температурой 60 оС; 4 м<sup>3</sup>/час с температурой 54 оС.

1. Рассчитать сколько воздуха нужно подать для сжигания 3 кг топлива следующего состава: Ср = 65 %; Нр=13%; остальное зола.

2. Рассчитать сколько воздуха нужно подать для сжигания 0,5 кг метана.

3. Определить расход природного газа для водогрейного котла, в котором 140 т воды в час нагревается от 70 до 130 оС с КПД 90%.

4. Определить расход воздуха для угольного водогрейного котла, в котором 130 т воды в час нагревается от 70 до 150 оС с КПД 80%.

5. Через Na-катионитный фильтр диаметром 0,7 м и высотой засыпки 2 м с емкостью 1700 г-экв/м<sup>3</sup> пропускают 15 т/час воды с жесткостью 6 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Как часто придется регенерировать фильтр?

6. В паро-водяном теплообменнике нагревают 35 т/час воды от 60 до 90 оС. Определить расход сухого насыщенного пара давлением 0,3 МПа.

7. Определить расход пара на атмосферный деаэрактор, в который подается 20 т/час воды с температурой 55 оС.

8. Рассчитать поверхность пароводяного теплообменника, в котором насыщенным паром с давлением 0,5 МПа греют 95 т/час воды от 5 до 60 оС. Коэффициент теплопередачи 2500 Вт/(м<sup>2</sup>•оС).

LMS-платформа – не предусмотрена

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

#### **5.3.1. Зачет**

Список примерных вопросов

1. Рассчитать расход воды и диаметр трубы для отопления жилого дома с расчетной нагрузкой 1 МВт.

2. Рассчитать производительность сетевого насоса в котельной мощностью 3 МВт.

3. Рассчитать площадь бойлера, в котором пар с давлением 0,6 МПа (абсолютное) греет 50 м<sup>3</sup>/ч воды от 70 до 95 °С.

4. Рассчитать величину самотяги дымовой трубы высотой 60 м, если средняя температура газов в трубе 130 °С.

5. Категории потребителей по надежности их теплоснабжения.

6. Основное оборудование котельной.

7. Вспомогательное оборудование котельной.

8. Назначение насосов рециркуляции сетевой воды.

9. Как рассчитать средний температурный напор  $\Delta t$  в теплообменнике?

10. На базе каких двух основных уравнений рассчитываются теплообменные аппараты?

11. В каком теплообменнике достигается наибольший температурный напор – в противоточном, прямоточном или перекрестноточном?

12. Как выбираются теплообменные аппараты?

13. Как выбирается деаэрактор?

14. Как выбираются насосы?
  15. Как выбирается тягодутьевое оборудование?
  16. Как выбираются фильтры ВПУ?
  17. Назначение расширительных баков. Как выбираются расширительные баки?
  18. Как производится подготовка воды в вашей котельной?
  19. Из каких составляющих складывается аэродинамическое сопротивление участка газохода? Как рассчитываются величины сопротивлений?
  20. Каким образом в котельной используется теплота продувочной воды?
  21. Как связана мощность топочного устройства с расходом топлива и его теплотой сгорания?
  22. Взрывные клапаны в котельной. Назначение и место установки.
  23. Объясните назначение дымовой трубы.
  24. Вредные вещества в удаляемых продуктах сгорания.
  25. Что такое ПДК?
  26. Для чего рассчитывается критерий Рихтера? В каком случае его не надо рассчитывать?
  27. Что такое кавитация? Причины и способы устранения кавитации в насосах.
  28. Как рассчитать массовый расход рабочей среды при стационарном течении в трубопроводе диаметра  $d$ ?
  29. Как рассчитать объемный расход несжимаемой жидкости при стационарном течении в трубопроводе диаметра  $d$ ?
  30. Что такое «самотяга» дымовой трубы?
  31. Типы компоновок котельных.
  32. Что такое временный торец здания котельной?
  33. Какие ограничения существуют при проектировании автономных котельных?
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3.2. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Технологическая схема ТГУ.
2. Классификация источников тепловой энергии.
3. Невозобновляемые энергетические ресурсы
4. Возобновляемые энергетические ресурсы.
5. Топливо: определение, классификация, основные виды топлива для ТГУ.
6. Состав продуктов полного сгорания.
7. Состав топлива.
8. Кокс и летучие вещества.
9. Теплота сгорания топлива.
10. Горение твердого топлива в плотном слое.
11. Горение частицы твердого топлива, движущейся в потоке воздуха (модель Хитрина).
12. Основные характеристики жидкого топлива.
13. Горение жидкого топлива (стадии горения).
14. Принципы сжигания газообразного топлива.
15. Объем воздуха, необходимый для горения. Объемы дымовых газов (уметь вывести формулы).

16. Коэффициент избытка воздуха: определение, порядок величины  $\alpha$  в топке при сжигании различных видов топлива.
  17. Энтальпия воздуха и продуктов сгорания (знать формулы).
  18. Адиабатическая температура горения.
  19. Тепловой баланс котла. Полезно используемая теплота в паровом котле. КПД котла брутто. КПД котла нетто. Тепловые потери.
  20. Топка: определение, классификация.
  21. Забрасыватели топлива.
  22. Классификация котлов.
  23. Арматура котельной установки.
  24. Сепарационные устройства
  25. Гарнитура котла
  26. Назначение обдувочных аппаратов.
  27. Обмуровка топки.
  28. Пароперегреватели.
  29. Способы регулирования температуры перегретого пара.
  30. Классификация экономайзеров.
  31. Воздухоподогреватели.
  32. Низкотемпературная коррозия поверхностей нагрева котла.
  33. Накипь. Вредные свойства накипи, как она образуется.
  34. Показатели качества воды. Понятие жесткости, щелочности воды.
  35. Предварительная очистка воды. Схема осветления воды.
  36. Иониты. Закономерности, которым подчиняются реакции ионного обмена.
  37. Селективность ионитов. Ряды селективности.
  38. На-катионирование. Н-катионирование.
  39. Анионирование.
  40. Стабилизационная обработка воды.
  41. Термическая деаэрация.
  42. Устройство и работа деаэрационной колонки.
  43. Периодическая и непрерывная продувка котлов. Для чего нужна, откуда производится. Схема использования теплоты продувочной воды. Назначение барботера.
  44. Ступенчатое испарение: сущность, схема испарения с солевыми отсеками.
  45. Ступенчатое испарение: сущность, схема испарения с выносным циклоном.
  46. Топливное хозяйство ТГУ.
  47. Схема обвязочных газопроводов котла.
  48. Назначение продувочных свечей.
  49. Методы защиты газопроводов от коррозии.
  50. Назначение и виды тягодутьевых устройств.
  51. Что такое самотяга и как ее посчитать?
  52. Дымовые трубы: назначение, виды, проблемы эксплуатации.
  53. Воздействие теплогенераторов на окружающую среду.
  54. Методы снижения выбросов оксидов серы и оксидов азота.
  55. Механизмы образования оксидов азота.
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3.3. Курсовой проект



#### Примерный перечень тем

1. Проект паровой производственно-отопительной котельной на газовом топливе.
2. Проект пароводогрейной производственно-отопительной котельной на газовом топливе.
3. Проект мазутной отопительной котельной.
4. Проект автономной паровой производственной котельной на твердом топливе.
5. Проект автономной паровой производственно-отопительной котельной на газовом топливе.
6. Проект автономной отопительной котельной с водогрейными теплогенераторами на жидком топливе.
7. Проект газовой автономной отопительной котельной с водогрейными теплогенераторами.

#### 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	проектная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология проектного образования Технология самостоятельной работы	ПК-24	У-34 П-29 П-30	Курсовой проект Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия
			ПК-25	У-18 П-14	
			ПК-28	З-4 У-3 П-3	