

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Котельные установки и парогенераторы

**Код модуля**  
1156512

**Модуль**  
Насосное и тепломеханическое оборудование

**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	Мунц Владимир Александрович	доктор технических наук, профессор	заведующий кафедрой	Теплоэнергетики и теплотехники
2	Павлюк Елена Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники
3	Прошин Александр Сергеевич	нет, нет	старший преподаватель	Теплоэнергетики и теплотехники

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Авторы:**

- Павлюк Елена Юрьевна, доцент, Теплоэнергетики и теплотехники

## **1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Котельные установки и парогенераторы**

<b>1.</b>	<b>Объем дисциплины в зачетных единицах</b>	8	
<b>2.</b>	<b>Виды аудиторных занятий</b>	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
<b>3.</b>	<b>Промежуточная аттестация</b>	Экзамен Курсовой проект	
<b>4.</b>	<b>Текущая аттестация</b>	Контрольная работа	3
		Домашняя работа	3

## **2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Котельные установки и парогенераторы**

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

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>	<b>Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
ОПК-6 -Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации	Д-1 - Внимательно и ответственно относиться к выполнению требований технической документации З-1 - Перечислить основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией З-2 - Объяснить принципы и основные правила и методы настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей	Домашняя работа №1 Контрольная работа № 1 Курсовой проект Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>профессиональной деятельности по имеющейся технической документации  П-1 - Проводить организацию настройки и настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации  У-1 - Регулировать основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией  У-2 - Определять основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности для установления соответствия имеющейся технической документации</p>	
<p>ПК-1 -Способен управлять процессом эксплуатации котлов, работающих на газообразном, жидком, твердом топливе и электронагреве, трубопроводов и оборудования тепловых сетей</p>	<p>Д-1 - Продуктивно работать с источниками информации  3-1 - Объяснять принципы работы и физические основы рабочих процессов, протекающих в котельных установках  3-2 - Описывать конструкции современных котельных установок и парогенераторов  3-3 - Изложить методику теплового расчета теплогенератора на органическом топливе  3-4 - Изложить методику гидравлического расчета теплогенератора  3-5 - Изложить методику аэродинамического расчета газоздушного тракта котельной установки</p>	<p>Домашняя работа № 2  Домашняя работа № 3  Контрольная работа № 2  Контрольная работа № 3  Курсовой проект  Лабораторные занятия  Практические/семинарские занятия  Экзамен</p>

	<p>З-6 - Сформулировать основы проектирования и эксплуатации котельных установок</p> <p>П-1 - Разрабатывать методику теплотехнических испытаний котельных установок</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт проведения теплового, гидравлического и аэродинамического расчета котельных установок и парогенераторов</p> <p>У-1 - Основать технические решения при проектировании котельных установок и парогенераторов</p> <p>У-2 - Анализировать и составлять материальный и тепловой балансы элементов тепловых схем котельных, выбирать основное и вспомогательное оборудование котельных</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

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.25</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>контрольная работа №1</i>	5,6	48
<i>контрольная работа № 2</i>	5,17	52
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>домашняя работа № 1</i>	5,10	48

<i>домашняя работа № 2</i>	5,13	52
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.25</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>выполнение лабораторных работ</i>	5,17	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		

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

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

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

<b>2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>контрольная работа № 3</i>	6,6	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>домашняя работа № 3</i>	6,15	40
<i>активная работа на занятиях</i>	6,15	60
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет</b>		

<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<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>		

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

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
расчетная часть	6,11	30
оформление пояснительной записки	6,12	10
графическая часть	6,14	20
защита	6,14	40
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 1</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</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**

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
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.

	<p>Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.</p> <p>Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.</p>
--	---

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>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
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 но (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. Определение объемов и энтальпий продуктов сгорания.
  2. Составление теплового баланса котла. Определение КПД котла и расчетного расхода топлива.
  3. Расчет топки.
  4. Элементы гидравлического расчета котла.
  5. Элементы аэродинамического расчета котельной установки.
  6. Решение задач на определение значения и характера жесткости и щелочности воды.
  7. Расчет испарительных поверхностей.
  8. Расчет пароперегревателей.
  9. Расчет низкотемпературных поверхностей нагрева.
  10. Расчет тепловой изоляции парового котла.
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Тепловые испытания парового котла.
  2. Тепловой баланс чугунного водяного экономайзера.
  3. Тепловой баланс утилизатора теплоты продуктов сгорания.
  4. Тепловые испытания водогрейного котла.
- 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 и эксергетический балансы котла

Примерные задания

В топке котельного агрегата сжигается карагандинский уголь марки К состава:  $C_p = 54,7 \%$ ;  $H_p = 3,3 \%$ ;  $S_p = 0,8 \%$ ;  $N_p = 0,8 \%$ ;  $O_p = 4,8 \%$ ;  $A_p = 27,6 \%$ ;  $W_p = 8,0 \%$ .

Определить потери теплоты с уходящими газами из котлоагрегата, если известны коэффициент избытка воздуха за котлоагрегатом  $\alpha$ , объем уходящих газов на выходе из последнего газохода  $V$  м<sup>3</sup>/кг, температура уходящих газов на выходе из последнего газохода  $t_{\text{вых}}$  °С, средняя объемная теплоемкость газов при постоянном давлении  $c_{p, \text{ср}}$  кДж/(м<sup>3</sup>·К), температура воздуха в котельной  $t_{\text{возд}}$  °С, средняя объемная теплоемкость воздуха при постоянном давлении  $c_{p, \text{возд}}$  кДж/(м<sup>3</sup>·К) и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива  $\eta_{\text{мн}}$  %

В топке котельного агрегата сжигается кузнецкий уголь марки Д состава:  $C_p = 58,7 \%$ ;  $H_p = 4,2 \%$ ;  $S_p = 0,3 \%$ ;  $N_p = 1,9 \%$ ;  $O_p = 9,7 \%$ ;  $A_p = 13,2 \%$ ;  $W_p = 12,0 \%$ . Определить в процентах и кДж/кг потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива, если известны температура топлива на входе в топку  $t_{\text{топл}}$  °С, доля золы в шлаке и провале от

содержания ее в топливе %; доля золы в уносе от содержания ее в топливе %; содержание горючих в шлаке и провале % и содержание горючих в уносе %.

Определить КПД брутто и нетто котельной установки, работающей на кузнецком угле марки Д состава:  $C_p = 58,7\%$ ;  $H_p = 4,2\%$ ;  $S_p = 0,3\%$ ;  $N_p = 1,9\%$ ;  $O_p = 9,7\%$ ;  $A_p = 13,2\%$ ;  $W_p = 12,0\%$ , если известен натуральный расход топлива  $B = 0,24$  кг/с, паропроизводительность котельного агрегата  $D = 18$  кг/с, давление перегретого пара МПа, температура перегретого пара °С, температура питательной воды °С, величина непрерывной продувки  $p = 3\%$ ; расход пара на собственные нужды котельной  $D_{сн} = 0,01$  кг/с и давление пара, расходуемого на собственные нужды, МПа.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Тепловой расчет поверхностей нагрева

Примерные задания

Определить количество теплоты (в расчете на 1 кг топлива), переданной лучевоспринимающим поверхностям топки котельного агрегата, работающего на донецком каменном угле марки Т состава:  $C_p = 62,7\%$ ;  $H_p = 3,1\%$ ;  $S_p = 2,8\%$ ;  $N_p = 0,9\%$ ;  $O_p = 1,7\%$ ;  $A_p = 23,8\%$ ;  $W_p = 5,0\%$ . Температура воздуха в котельной  $t_{в} = 30$  °С, температура горячего воздуха  $t_{г.в} = 300$  °С, коэффициент избытка воздуха в топке  $\alpha_t = 1,25$ , присосы воздуха в топочной камере  $\Delta\alpha_t = 0,05$ , температура газов на выходе из топки °С, потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива  $q_3 = 0,6\%$ , потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива

$q_4 = 3\%$  и потери с физической теплотой шлака  $q_6 = 0,4\%$ .

Определить лучевоспринимающую поверхность нагрева топки котельного агрегата паропроизводительностью  $D = 4,09$  кг/с, работающего на природном газе «Бухара-Урал», если известны давление перегретого пара  $p_{п.п} = 4$  МПа, температура перегретого пара  $t_{п.п} = 425$  °С, температура питательной воды  $t_{п.в} = 130$  °С, величина непрерывной продувки  $p = 3\%$ , КПД котлоагрегата (брутто) %, температура воздуха в котельной  $t_{в} = 30$  °С, температура горячего воздуха  $t_{г.в} = 250$  °С, коэффициент избытка воздуха в топке  $\alpha_t = 1,15$ , присосы воздуха в топочной камере  $\Delta\alpha_t = 0,05$ , теоретическая температура горения топлива в топке °С, температура газов на выходе из топки °С, коэффициент, учитывающий тепловое сопротивление загрязнения или закрытие экрана изоляцией, коэффициент, зависящий от относительного местоположения максимума температуры в топке  $M = 0,44$ , потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива  $q_3 = 1\%$  и потери теплоты в окружающую среду  $q_5 = 1\%$ .

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Контрольная работа № 3

Примерный перечень тем

1. Низкотемпературные поверхности нагрева.

Примерные задания

Определить количество теплоты (в расчете на 1 кг топлива), воспринятой водой в экономайзере котельного агрегата, работающего на малосернистом мазуте состава:  $C_p = 84,65\%$ ;  $H_p = 11,7\%$ ;  $S_p = 0,3\%$ ;  $O_p = 0,3\%$ ;  $A_p = 0,05\%$ ;  $W_p = 3,0\%$ . Температура газов на

входе в эконо-майзер °С, температура газов на выходе из экономайзера °С, коэффициент избытка воздуха за экономайзером  $\alpha_{вз} = 1,3$ , присосы воздуха в газоходе экономайзера  $\Delta \alpha_{вз} = 0,1$ , температура воздуха в котельной  $t_{в} = 30$  °С и потери теплоты в окружающую среду  $q_5 = 1\%$ .

Рассчитать контактный экономайзер, установленный за котлом ДКВР-16. Топливо – газ северных месторождений, сжигаемый с коэффициентом избытка воздуха  $\alpha = 1,4$ . Температура уходящих газов за котлом 170 °С, начальная температура нагреваемой воды 15 °С, температура воды на входе в распределитель 25 °С, температура уходящих газов за экономайзером 42 °С. Расход топлива на котел 1100 м<sup>3</sup>/ч. Коэффициенты теплопередачи в насадке и в поверхностном теплообменнике принять равными 500 Вт/м<sup>2</sup>·К.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.4. Домашняя работа №1

Примерный перечень тем

1. Тепловой расчет поверхностей нагрева котла.

Примерные задания

Котельная, в которой Вы работаете, оборудована четырьмя котлами ДКВР-6,5-13 ГМ, сжигающими природный газ из газопровода Саратов-Москва. Температура газов за котлом 280 °С. Температура питательной воды 105 °С.

Руководством предприятия было принято решение установить за котлами водяные экономайзеры для снижения температуры уходящих газов до 130 °С. Вам поставлена задача выполнить тепловой конструкторский расчет экономайзера. Определить, какую экономию топлива в натуральном и денежном выражении можно получить от установки экономайзера в течение года, если котлы будут работать в номинальном режиме.

К установке принять чугунный экономайзер из труб типа ВТИ длиной 2 м. Коэффициент избытка воздуха перед экономайзером – 1,3; после – 1,4. Продувка – 10%. Топливо – природный газ с  $Q = 8550$  ккал/м<sup>3</sup>,  $V_0 = 9,52$  м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>,  $V_{вод} = 2,18$  м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>,  $V_{N2} = 7,7$  м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>,  $V_{O2} = 1,04$  м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. Цена топлива – 3500 руб./тыс.м<sup>3</sup>.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.5. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Гидравлический расчет котла.

Примерные задания

В котельной предприятия, сотрудником которого Вы являетесь, установлены паровые котлы, которые работают с ручным регулированием по воздуху (без регуляторов экономичности). Руководством предприятия было принято решение установить на всех котлах регуляторы экономичности.

Число котлов – 6 (пять рабочих, один резервный); для каждого котла полезно использованная теплота  $Q_{пол} = 64086800$  ккал/час ( $D_{пп} = 100$  т/ч;  $R_{пп} = 4$  МПа;  $t_{пп} = 440$  °С;  $t_{пв} = 150$  °С). В ручном режиме среднее содержание кислорода в дымовых газах в топке составляет 6 %. При установке регулятора экономичности коэффициент избытка воздуха в топке составит 1,1.

Топливо – природный газ с  $Q = 8770$  ккал/м<sup>3</sup>,  $V_0 = 9,73$  м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>,  $V_{вод} = 2,18$  м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>,  $V_{N2} = 7,7$  м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>,  $V_{O2} = 1,04$  м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Потери  $q_3=0,5\%$ ;  $q_5=0,7\%$ . Присосы воздуха по газоходам 0,08. Температуры уходящих дымовых газов составляют: в режиме с регулятором  $t_{ух}=130^\circ\text{C}$ ; в ручном режиме –  $t_{ух}=140^\circ\text{C}$ . Сопротивление воздушного тракта в режиме с регулятором составляет 2000 Па, в ручном режиме – на 10% больше. Сопротивление газового тракта составляет в режиме с регулятором 2500 Па, в ручном режиме – на 15% больше.

КПД вентилятора и дымососа составляет 0,7 постоянно. Число часов работы котлов в году принять 5000 часов.

Стоимость природного газа – 3500 руб. за 1000 м<sup>3</sup>, а эл. энергии – 1,5 руб за 1 кВт\*ч. Определите экономию энергетических ресурсов в натуральном и денежном выражении при переводе котлов с ручного режима регулирования по воздуху (2-й режим) в режим с регулятором экономичности воздуха (1-й режим).

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.6. Домашняя работа № 3

Примерный перечень тем

1. Аэродинамический расчет газоздушного тракта котельной установки.

Примерные задания

Рассчитать простой фронтальной контур циркуляции котла марки ГМ-50-14 при заданных

конструктивные данные к расчету циркуляции.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

#### 5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Понятие котельной установки.
2. Принципиальная схема котельной установки.
3. Коэффициент избытка воздуха: определение, порядок величины  $\alpha$  в топке при сжигании различных видов топлива.
4. Энтальпия воздуха и продуктов сгорания (знать формулы).
5. Адиабатическая температура горения.
6. Общее уравнение теплового баланса. Теплота, полезно затраченная на производство пара и воды. Расход топлива и КПД котла.
7. Потери теплоты с уходящими газами.
8. Потери теплоты от химической и механической неполноты сгорания.
9. Потери теплоты от наружного охлаждения.
10. Потери с физической теплотой шлака.
11. Зависимость КПД котла от нагрузки.
12. Энергетический баланс котла.
13. Интенсификация радиационного и конвективного теплообмена.
14. Топка: определение, классификация.
15. Слоевые топки.
16. Топки с кипящим слоем.
17. Камерные топки.

18. Забрасыватели топлива.
  19. Классификация котлов.
  20. Понятие кратности циркуляции.
  21. Типы циркуляции воды и пароводяной смеси в котлах.
  22. Режимы, структура и параметры течения потока рабочего тела.
  23. Гидравлические сопротивления. Тепловая и гидравлическая разверка в системе труб. Гидравлические характеристики поверхностей нагрева.
  24. Гидродинамика котлов с естественной циркуляцией. Надежность режимов циркуляции.
  25. Системы газоздушного тракта. Основы аэродинамического расчета газоздушного тракта. Аэродинамические сопротивления.
  26. Назначение и виды тягодутьевых устройств.
  27. Схемы подачи воздуха и удаления продуктов сгорания в котельных установках.
  28. Регулирование производительности тягодутьевого оборудования.
  29. Что такое самотяга и как ее посчитать?
  30. Дымовые трубы: назначение, виды, проблемы эксплуатации.
  31. Задачи водного режима. Требования к питательной воде и накипеобразование. Системы подготовки питательной воды. Водный режим барабанных котлов. Ступенчатое испарение. Продувка котла. Требования к чистоте пара. Причины загрязнения пара. Унос влаги с паром. Сепарация и промывка пара. Как рассчитать величину непрерывной продувки?
  32. Термическая деаэрация.
  33. Устройство и работа деаэрационной колонки.
  34. Элементы парового водотрубного котла.
  35. Арматура котельной установки.
  36. Сепарационные устройства.
  37. Гарнитура котла.
  38. Котлы с естественной циркуляцией.
  39. Прямоточные котлы.
  40. Паровые котлы комбинированных энергоустановок.
  41. Котлы-утилизаторы газотурбинных установок.
  42. Передвижные котлы.
  43. Электрокотлы.
  44. Котлы для полупиковых и пиковых нагрузок.
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3.2. Курсовой проект

Примерный перечень тем

1. Произвести поверочный тепловой расчет котла в соответствии с Нормативным методом теплового расчета котлоагрегатов.

### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной	Вид воспитательной	Технология воспитательной	Компетенция	Результаты	Контрольно-оценочные
----------------------------	--------------------	---------------------------	-------------	------------	----------------------

деятельности	деятельности	деятельности		обучения	мероприятия
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1	3-1 3-3 3-6	Курсовой проект Лабораторные занятия Практические/семинарские занятия