

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

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	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

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

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
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 сете</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

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

<i>домашняя работа № 2</i>	5,13	52
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 –0.25		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>выполнение лабораторных работ</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
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа № 3</i>	6,6	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.6		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа № 3</i>	6,15	40
<i>активная работа на занятиях</i>	6,15	60
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 –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		
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
расчетная часть	6,11	30
оформление пояснительной записки	6,12	10
графическая часть	6,14	20
защита	6,14	40
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 1		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

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.

	<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

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ 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. 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 α , объем уходящих газов на выходе из последнего газохода V м³/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/(м³·К), температура воздуха в котельной $t_{\text{возд}}$ °С, средняя объемная теплоемкость воздуха при постоянном давлении $c_{p, \text{возд}}$ кДж/(м³·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 м³/ч. Коэффициенты теплопередачи в насадке и в поверхностном теплообменнике принять равными 500 Вт/м²·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/м³, $V_0 = 9,52$ м³/м³, $V_{вод} = 2,18$ м³/м³, $V_{г} = 7,7$ м³/м³, $V_{N2} = 1,04$ м³/м³. Цена топлива – 3500 руб./тыс.м³.

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/м³, $V_0 = 9,73$ м³/м³, $V_{вод} = 2,18$ м³/м³, $V_{N2} = 7,7$ м³/м³, $V_{O2} = 1,04$ м³/м³.

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 м³, 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 α 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