

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Котова Лариса Анатольевна
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 19.03.2025 15:15:16
Уникальный программный ключ:
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
Новотроицкий филиал**

Рабочая программа дисциплины (модуля) **Котельные установки и парогенераторы**

Закреплена за подразделением Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Промышленная теплоэнергетика

Квалификация	Бакалавр		
Форма обучения	заочная		
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	180	Формы контроля на курсах: экзамен 4 курсовой проект 4	
в том числе:			
аудиторные занятия	24		
самостоятельная работа	147		
часов на контроль	9		

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4		Итого	
	УП	РП		
Лекции	8	8	8	8
Лабораторные	4	4	4	4
Практические	12	12	12	12
Итого ауд.	24	24	24	24
Контактная работа	24	24	24	24
Сам. работа	147	147	147	147
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

к.т.н, доцент, Бушуев А.Н.

Рабочая программа

Котельные установки и парогенераторы

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника , 13.03.01_25_Теплоэнергетика и теплотехника_ПрПТЭ_заоч.plx Промышленная теплоэнергетика, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 25.12.2024, протокол № 58

Утверждена в составе ОПОП ВО:

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника , Промышленная теплоэнергетика, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 25.12.2024, протокол № 58

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)

Протокол от 12.03.2025 г., №3

Руководитель подразделения к.п.н., доцент Мажирина Р.Е.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель дисциплины: изучение топлива и теории горения, основного и вспомогательного оборудования котельных установок, нормативных методов теплового и аэродинамического расчёта котлов.
1.2	Задачи: изучить основное и вспомогательное оборудование котельных установок; освоить методы теплового и аэродинамического расчёта котлов.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Воздухоподготовка	
2.1.2	Метрология, сертификация и технические измерения	
2.1.3	Нагнетатели и тепловые двигатели	
2.1.4	Основы трансформации теплоты	
2.1.5	Природоохранные технологии на объектах теплоэнергетики	
2.1.6	Технология подготовки воды и топлива на объектах теплоэнергетики	
2.1.7	Энергетический менеджмент	
2.1.8	Гидрогазодинамика	
2.1.9	Начертательная геометрия и инженерная графика	
2.1.10	Прикладная механика	
2.1.11	Учебная практика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Научно-исследовательская работа	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Преддипломная практика	
2.2.4	Технологические энергоносители предприятий	
2.2.5	Электроснабжение и оборудование промышленных предприятий	
2.2.6	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен проектировать и конструировать котельные, центральные тепловые и малые теплоцентрали, а также тепловые сети с использованием цифровых технологий

Знать:

ПК-1-31 типовые методики проведения расчётов и проектирования основных узлов и элементов котельных установок и парогенераторов с использованием стандартных средств автоматизации проектирования

ПК-3: Способен эксплуатировать объекты профессиональной деятельности, в том числе тепловые котлы на твердом, жидком и газообразном топливе; трубопроводы и тепловые сети, а также тепломеханическое оборудование тепловых станций

Знать:

ПК-3-31 основные технологические процессы в узлах и элементах котельных установок и парогенераторов, методы их освоения, доводки и безопасной эксплуатации

ОПК-3: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

Знать:

ОПК-3-31 технологические процессы получения энергоносителей в виде пара, горячей воды

ПК-3: Способен эксплуатировать объекты профессиональной деятельности, в том числе тепловые котлы на твердом, жидком и газообразном топливе; трубопроводы и тепловые сети, а также тепломеханическое оборудование тепловых станций

Уметь:

ПК-3-У1 определять и контролировать водный режим котельного агрегата, условия работы поверхностей нагрева; выполнять тепловой, аэродинамический, гидравлический и прочностные расчеты котлов

ОПК-3: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

Уметь:
ОПК-3-У1 выбирать технологические схемы котлов
ПК-3: Способен эксплуатировать объекты профессиональной деятельности, в том числе тепловые котлы на твердом, жидком и газообразном топливе; трубопроводы и тепловые сети, а также тепломеханическое оборудование тепловых станций
Владеть:
ПК-3-В1 основными положениями эксплуатации котельных агрегатов, обеспечивающими надежность
ОПК-3: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах
Владеть:
ОПК-3-В1 основами проектирования и конструирования простейших конструкций котельных агрегатов в соответствии с нормативными требованиями
ПК-1: Способен проектировать и конструировать котельные, центральные тепловые и малые теплоцентрали, а также тепловые сети с использованием цифровых технологий
Владеть:
ПК-1-В1 навыками, позволяющими применять знания основных технологических процессов в узлах и элементах котельных установок и парогенераторов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Общие сведения о котельных установках							
1.1	Классификация котельных установок и парогенераторов. Общая характеристика современных котельных установок. Технологическая схема котельной установки с естественной циркуляцией и ее элементы. Элементы котельных установок. Основы теории горения топлива. Особенности горения натуральных топлив: газа, частицы угля, капли жидкого топлива. Температура газообразных продуктов сгорания. /Лек/	4	2	ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1,К М2	
1.2	Расчет теоретического объема воздуха. Расчет теоретического объема продуктов сгорания. Расчет энтальпий воздуха и продуктов сгорания. Расчет теплового баланса котельного агрегата /Пр/	4	4	ОПК-3-У1 ПК-3-У1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1,К М2	Р1

1.3	Источники теплоты промышленных котельных установок. Классификация, состав, расчетные характеристики энергетических топлив. Пересчет состава и условное топливо. Расчеты горения топлива. Материальный баланс процесса горения при сжигании газового, жидкого и твердого топлива, а также производственных отходов. Материальные и тепловые балансы котельных установок при работе на газовом, жидком и твердом топливах и производственных отходах. Тепловой баланс водогрейного котла. Материальные балансы котельных агрегатов различных типов /Ср/	4	16	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1,К М2	Р1
	Раздел 2. Основные элементы котельных установок							
2.1	Основные элементы котельного агрегата. Конструкции, выбор и расчет топочных устройств для сжигания газового, жидкого и твердого топлив, производственных отходов. Основы расчета горелочных устройств. /Лек/	4	2	ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1,К М2	Р1
2.2	Тепловой расчет экономайзера. Тепловой расчет пароперегревателя /Пр/	4	4	ОПК-3-У1 ПК-3-У1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1,К М2	Р1
2.3	Исследование работы парового котла /Лаб/	4	4	ОПК-3-В1 ПК-1-В1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1,К М2	

2.4	Пароперегреватели котлов, конструктивные схемы включения в дымовой тракт. Физические особенности теплообмена в пароперегревателе. Назначение и конструкции водяных экономайзеров, схемы их включения в питательный тракт котла. Схемы питательных магистралей. Назначение и классификация воздухоподогревателей. Рекуперативные и регенеративные воздухоподогреватели. Конструктивные схемы воздушных подогревателей. /Ср/	4	16	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1,К М2	Р1
	Раздел 3. Надежность котельных установок							
3.1	Рабочее тело промышленных котельных установок. Требования, предъявляемые к питательной воде и пару. Водный режим котельных установок. Сепарационные устройства. Ступенчатое испарение в паровых котлах. Рабочие процессы в пароводяном тракте котельных установок. Обеспечение надежной гидродинамики в котельных агрегатах с естественной циркуляцией и принудительным движением воды и пароводяной смеси. Условия надежной работы поверхностей нагрева. Тепловая и гидравлическая разверка. Нарушения циркуляции. Основы методики расчета простых и сложных контуров циркуляции. Питательные устройства котельных установок. Изучение материала на тему: Обеспечение надежной гидродинамики в котельных агрегатах с естественной циркуляцией и принудительным движением воды /Ср/	4	16	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1,К М2	
	Раздел 4. Конструкции котлов и вспомогательное оборудование							

4.1	Назначение, схемы, области применения, особенности конструкций и работы паровых котлов и парогенераторов с естественной циркуляцией, с многократной принудительной циркуляцией и прямоточных. Котельные установки специального назначения и конструкций. Схемы включения котлов утилизаторов. /Лек/	4	2	ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.2	Гидравлический расчет пароперегревателя.Аэродинамический расчет воздухоподогревателя /Пр/	4	2	ОПК-3-У1 ПК-3-У1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1,К М2	Р1
4.3	Испарительное охлаждение элементов технологических установок. Металлы, используемые в котлостроении и условия их работы. Номенклатура котельных сталей. Основы расчетов на прочность элементов котельной установки. Очистка продуктов сгорания от твердых и газообразных примесей. /Ср/	4	12	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1,К М2	Р1
	Раздел 5. Эксплуатация и испытания котельных установок							
5.1	Эксплуатация котельных установок. Общие требования Правил технической эксплуатации котлов. Основные нормативные документы по эксплуатации котельных установок.Пусковые схемы котельных установок. Пуск котла из различных состояний на различных видах топлива. Обслуживание котла во время работы.Высокотемпературная и низкотемпературная коррозия поверхностей нагрева. Методы очистки конвективных поверхностей нагрева от наружных загрязнений. /Лек/	4	2	ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.7 Л2.8Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.2	Расчет и выбор топливосжигающего устройства. Особенности расчета котла-утилизатора /Пр/	4	2	ОПК-3-У1 ПК-3-У1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1,К М2	Р1

5.3	Аэродинамические схемы газо-воздушных трактов. Тягодутьевые устройства котельных установок. Основы аэродинамических расчетов котельных установок. Системы топливоподачи. Топливное хозяйство при использовании твердого топлива. Топливное хозяйство при использовании жидкого топлива и природного газа. Системы золо- и шлакоудаления. Выход и характеристики золы и шлака. Твердое и жидкое шлакоудаление. Системы гидро- и пневмозолошлакоудаления. Абразивный износ поверхностей и методы его снижения. Организация ремонтов котельного оборудования. Теплотехнические испытания котельных установок. Назначение и виды испытаний, требования к ним. Определение основных характеристик работы котельного агрегата по результатам испытаний. Режимы работы котельных установок и охрана окружающей среды. Утилизация продувочных вод и золошлаковых материалов, нейтрализация обмывочных вод. Режимы работы промышленных котельных установок и их технико-экономические показатели. Методика проведение испытаний котельных установок. Выполнение курсовой работы /Ср/	4	15	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.4	Экзамен и подготовка /Экзамен/	4	9	ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.3Л2.8 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ2	
	Раздел 6. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам							
6.1	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/	4	36	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ2	

6.2	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/	4	36	ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4			P1
-----	--	---	----	---	---	--	--	----

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Вопросы устного опроса	ОПК-3-31;ПК-1-31;ПК-3-31	Примерные вопросы для устного опроса 1) Какие реакции стремятся максимально развивать при осуществлении топочного процесса? 2) К чему приведет увеличение зольности топлива? 3) Содержанием каких веществ в продуктах сгорания определяется химический недожег? 4) К чему приведет большая влажность топлива? 5) От чего зависит потеря тепла с провалом топлива? 6) Какие основные показатели топочного устройства? 7) Как реагируют на развитие при газификации топлива? 8) Какое вещество используют при горении в качестве окислителя? 9) С чем связана потеря тепла с уносом? 10) Как снизить потери тепла от химической неполноты сгорания топлива? 11) Как называется энергия необходимая для разрушения внутримолекулярных связей исходных веществ? 12) Что используется в качестве газового теплоносителя в котлах АЭС? 13) Как называется температура, начиная с которой система способна к самоускорению? 14) Что является основной испарительной поверхностью нагрева в котле? 15) Чему равен коэффициент избытка воздуха для диффузионной области? 16) Как происходит сжигание газа при раздельной подаче в топку газа и воздуха? 17) Какие бывают виды пароперегревателей? 18) Горение какой горючей смеси является гомогенной реакцией? 19) Как происходит сжигание газа при раздельной подаче в топку газа и воздуха? 20) Как изменяется температура перегрева пара с увеличением нагрузки радиационного пароперегревателя? 21) Что происходит с температурой в зоне окисления? 22) Как получить короткофакельное сжигание газа? 23) Как изменится температура перегрева пара с увеличением нагрузки конвективного пароперегревателя? 24) Что происходит при переходе от длиннофакельного сжигания к короткофакельному? 25) Как изменится температура перегрева пара при снижении температуры питательной воды в барабанных котлах? 26) Что происходит с температурой в зоне восстановления? 27) Какой размер частиц имеют грубодисперсные примеси, находящиеся в природной воде? 28) Что называется физической стадией процесса сжигания топлива? 29) Какое используется давление для горелок среднего давления? 30) На котлы какого давления устанавливают некипящие экономайзеры? 31) Как изменится температура перегрева пара при снижении температуры питательной воды в прямоточных котлах?

			32) Какой метод обработки воды используют для ее умягчения? 33) Какое используется давление для горелок высокого давления? 34) На котлы какого давления устанавливают кипящие экономайзеры? 35) Что в водотрубных котельных установках движется внутри змеевиков? 36) Какой метод обработки воды используют для ее обессоливания? 37) Для чего используется экономайзер? 38) Какое устройство служит для удаления растворенных газов из питательной воды паровых котлов? 39) Что в водотрубных котельных установках движется снаружи змеевиков? 40) Какой метод обработки воды используют для удаления грубодисперсных примесей? 41) Какой из способов не используется для очистки газа от пыли? 42) Целью какого расчета котла является определение тепловосприятия каждого элемента котла, температурного напора и коэффициента теплопередачи по заданным температурам продуктов сгорания и обогреваемой среды? 43) Для чего производится непрерывная продувка парогенератора? 44) Какое вещество наиболее токсично для организма человека? 45) Какой метод обработки воды используют для удаления грубодисперсных примесей? 46) Какой из способов не используется для очистки газа от пыли? 47) Для чего производится непрерывная продувка парогенератора? 48) Как называется металлическая конструкция котла, воспринимающая массы элементов котла и передающая их на фундамент? 49) Для чего производится периодическая продувка парогенератора? 50) Какой критерий подобия является безразмерным коэффициентом теплоотдачи? 51) Как движется пароводяная смесь в подъемной трубе при опрокидывании циркуляции? 52) Какое устройство служит для отделения пара от воды? 53) В каком термодинамическом процессе происходит парообразование в котельной установке? 54) Какую очистку применяют для удаления загрязнений с экранных поверхностей нагрева котла? 55) Какая схема включения пароперегревателя является оптимальной? 56) Какую размерность имеет коэффициент теплоотдачи? 57) Основное назначение обмуровки котельного агрегата? 58) Чему равна теплота сгорания условного топлива? 59) Что служит рабочим агентом обдувочного аппарата при пароводяной обдувке? 60) Какое устройство обеспечивает предотвращение последствий внезапного повышения давления в топке и газоходах? 61) Для сжигания какого топлива используются слоевые топки? 62) Какое устройство служит для удаления в атмосферу продуктов сгорания? 63) Какая схема движения теплоносителей обеспечивает максимальное значение температурного напора? 64) Для сжигания какого топлива используются камерные топки? 65) Как изменятся потери давления при увеличении скорости потока в два раза?
--	--	--	--

КМ2	Экзамен	ОПК-3-31;ПК-1-31;ПК-3-31	Вопросы к экзамену 1. Классификация котельных установок и парогенераторов. Общая характеристика современных котельных установок. 2. Технологическая схема котельной установки с естественной циркуляцией и ее элементы. 3. Рабочие элементы котельных установок. Общая компоновка котельной установки. 4. Источники теплоты промышленных котельных установок. 5. Классификация, состав, расчетные характеристики энергетических топлив. 6. Пересчет состава топлив и условное топливо. 7. Основы теории горения топлива. Основные понятия кинетики реакций горения. 8. Понятие о цепных реакциях горения. Кинетическая, промежуточная и диффузионная области реагирования. 9. Особенности горения натуральных топлив: газа, частиц угля, капли жидкого топлива. 10. Расчеты горения топлива. 11. Материальный баланс процесса горения при сжигании газового, жидкого и твердого топлива, а также производственных отходов. 12. Материальные и тепловые балансы котельных установок при работе на газовом, жидком и твердом топливах и производственных отходах. 13. КПД-брутто и КПД-нетто. Прямой и обратный методы определения КПД. 14. Факторы, определяющие величину тепловых потерь. Тепловой баланс водогрейного котла. Материальные балансы котельных агрегатов различных типов. 15. Конструкции, выбор и расчет топочных устройств для сжигания газового, жидкого и твердого топлив, производственных отходов. 16. Топливосжигающие устройства камерных топок. 17. Основы расчета горелочных устройств. 18. Эксплуатации топливосжигающих устройств и топок. 19. Топочные устройства для сжигания твердого топлива и их расчет. Классификация топочных устройств. 20. Слоевые топки и области их применения. 21. Камерные топки с твердым и жидким шлакоудалением. 22. Основные расчетные характеристики топок. 23. Пылеприготовление для камерных топок. 24. Циклонные предтопки. Топки с «кипящим» и «циркулирующим кипящим» слоем. 25. Газомазутные топки и их расчет. Назначение топок, особенности конструктивных схем. 26. Особенности сжигания низко- и высококалорийных газов. Сжигание мазута и водомазутной эмульсии. 27. Основы расчета газомазутных топок. 28. Теплообмен в топках котлов. Физические особенности и расчет теплообмена в топочной камере котельной установки в зависимости от вида сжигаемого топлива. 29. Пароперегреватели котлов, конструктивные схемы включения в дымовой тракт. 30. Физические особенности теплообмена в пароперегревателе. 31. Назначение и конструкции водяных экономайзеров, схемы их включения в питательный тракт котла. 32. Кипящие и некипящие экономайзеры. 33. Контактные экономайзеры. 34. Назначение и классификация воздухоподогревателей. 35. Требования, предъявляемые к питательной воде и пару. Водный режим котельных установок. 36. Сепарационные устройства. 37. Питательные устройства котельных установок: требования нормативных документов. Схемы питания котлов. Основное оборудование. 38. Рабочие процессы в пароводяном тракте котельных установок. Обеспечение надежной гидродинамики в котельных агрегатах с естественной циркуляцией и принудительным
-----	---------	--------------------------	--

			движением воды и пароводяной смеси. 39. Условия надежной работы поверхностей нагрева. 40. Основы методики расчета простых и сложных контуров циркуляции.
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

Р1	Курсовой проект	ПК-1-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1	По дисциплине выполняется курсовой проект по теме «Тепловой расчет котла». Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта: Определение основных теплофизических характеристик топлив, воды и водяного пара. Материальный баланс котлоагрегата. Расчет процесса горения. Тепловой баланс и расход топлива. Расчет теплообмена в топке и фестоне. Расчет конвективных поверхностей нагрева. Расчет газо-воздушного тракта. Выбор дымососа, вентилятора и высоты дымовой трубы. Расчет золового износа и низкотемпературной коррозии. Расчет питательных устройств и теплообменных аппаратов. Текущий контроль за выполнением курсового проекта осуществляется преподавателем путем проверки разделов в соответствии с планом выполнения. Курсовой проект, выполненный в соответствии с требованиями предоставляется на кафедру для проверки. Правильно выполненная курсовой проект подлежит защите. Публичная защита курсового проекта предусматривает доклад обучающегося продолжительностью 8-10 минут. В тексте своего доклада (выступления) при защите работы обучающийся должен от-разить следующие моменты: обоснование выбора темы работы; цель работы; содержание работы (план); основные результаты, полученные в ходе работы, выводы, перспективы продолжения работы; изученные источники; ответы на замечания, указанные в рецензии научного руководителя. В процессе защиты обучающийся может использовать заранее заготовленные схемы, графики, диаграммы. При защите работы обучающемуся необходимо иметь при себе: проверенный курсовой проект (с устраненными замечаниями); рецензию научного руководителя на курсовой проект; текст своего выступления при защите курсовой проект. После выступления обучающемуся могут быть заданы дополнительные вопросы, связанные с содержанием курсового проекта, ответы на которые влияют на окончательную оценку. Примерные вопросы для защиты курсового проекта 1) Какую размерность имеет коэффициент теплоотдачи? 2) Какую размерность имеет плотность теплового потока? 3) Каким способом происходит перенос теплоты? 4) От чего зависит теоретический объем продуктов сгорания? 5) Какое жидкое топливо используется в котлоагрегатах? 6) Какие из веществ являются продуктами полного сгорания? 7) В каком устройстве происходит сгорание топлива в котле? 8) Как различаются топки по конфигурации факела? 9) От чего зависит величина потерь тепла с уходящими газами? 10) В каких случаях применяется обессоливание и обескремнивание воды? 11) Почему недопустимы отложения накипи в котлах среднего и высокого давления? 12) К каким поверхностям нагрева относят экономайзер и воздухоподогреватель? 13) Что необходимо знать для выбора дымососа? 14) Как часто производят капитальный ремонт котла? 15) Как часто производится внутренний осмотр паровых котлов? 16) Как часто производят текущий ремонт котла? 17) Как часто производится гидравлическое испытание паровых котлов?
5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)			
Экзаменационный билет по дисциплине включает в себя два теоретических вопросы и задачу по темам, изложенным в 4 разделе данной РПД. Билеты хранятся на кафедре и утверждены ее заведующим. Образец экзаменационного билета:			

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Новотроицкий филиал
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
Высшего образования
Национальный исследовательский технологический университет
«МИСИС»

Кафедра электроэнергетики и электротехники

БИЛЕТ № 1

Дисциплина: «Котельные установки и парогенераторы»

Направление: 13.03.01

Форма обучения: заочная

Форма проведения экзамена: письменная

1. Классификация котельных установок и парогенераторов. Общая характеристика современных котельных установок

2. Источники теплоты промышленных котельных установок.

Примеры задач и заданий на экзамен:

- 1) Какой объем CO_2 (при плотности $1,977 \text{ кг/м}^3$) образуется в результате полного сжигания 1 кг углерода?
- 2) Какой объем воздуха потребуется для полного сжигания 1 кг углерода?
- 3) Определить плотность и удельный объем метана при нормальных условиях, если киломолярный объем составляет $22,4 \text{ м}^3$
- 4) Определить массу пропана в емкости объемом 20 м^3 , если по показаниям манометра давление в ней составляет $0,5 \text{ кг/см}^2$ и температура 27°C , а атмосферное давление 760 мм рт. ст. Киломолярная газовая постоянная $R = 8314 \text{ Дж/(кмоль}^\circ\text{град)}$.
- 5) Определить, насколько изменится располагаемая теплота мазута при использовании для распыла мазута пара в количестве $0,15 \text{ кг}$ пара на 1 кг мазута. Принять давление пара $1,6 \text{ МПа}$, температуру пара 300°C .
- 6) Определить экономию топлива в котле БКЗ–210–140ФЖШ за счет выполнения газоплотного стального кожуха снаружи обмуровки котла и газохода. Топливо-природный газ Оренбургского месторождения.

Примеры вопросов и заданий компьютерного тестирования

Паровой котел – это:

- устройство для производства пара
- устройство для производства продуктов сгорания
- устройство для подготовки топлива
- устройство для производства горячего дутья

К топливным котлам относятся:

- котлы на отходящих технологических газах
- котлы, работающие за счет теплоты различных топлив
- котлы, использующие теплоту технологического продукта
- электродкотлы

Какая из представленных компоновок котлов существует:

- О-образная
- Х-образная
- П-образная
- W-образная

Какие устройства в котлах применяются для сжигания твердого топлива?

- горелки
- форсунки
- топки
- инжекторы

Продувка котла - это:

- удаление топлива из топки
- удаление воды загрязненной примесями
- удаление золы с поверхностей нагрева
- удаление продуктов сгорания из котла

КПД котла по обратному балансу, можно определить через:

- отношение полезно затраченной теплоты к располагаемой
- тепловые потери
- эксергетическийкпд
- отношение располагаемой теплоты к полезно затраченной

КПД котла брутто называют:

КПД котла не учитывающий собственные нужды

КПД котла учитывающий собственные нужды

КПД котла учитывающий потери

эксергетический КПД котла

В каком диапазоне температур могут работать пиролизные котлы?

100-200°C

200-800°C

800-1000°C

1000-1500°C

Пиролиз – это: термическое разложение органических природных соединений

при недостатке кислорода термическое разложение неорганических веществ

при избытке кислорода горение органических природных соединений с выделением CO₂ и CO процесс горения древесины

при постоянной подаче O₂

Какова минимально разрешенная высота от топки котла до дефлектора?

3 м

5 м

8 м

10 м

В каких помещениях запрещена установка газовых котлов?

в которых отсутствуют вентиляционные системы

в помещениях подвала

в коридорах и на балконе

во всех вышеперечисленных

Каковы минимальные требования к габаритам помещения для котельной?

площадь 3 м² и высота потолков не менее 2 м

площадь 5 м² и высота потолков не менее 3 м

площадь 4 м² и высота потолков не менее 2,5 м

площадь 6 м² и высота потолков не менее 2,5 м

Что такое модуляция газового котла?

система включения-выключения котла для поддержания заданной мощности

антицикличность, не дающая котлу постоянно включаться и выключаться функция котла отключаться при достижении максимальной мощности

способность котла автоматически изменять свою мощность в зависимости от внешних условий

С какими типами котлов невозможно использование классических кирпичных дымоходов?

дизельные

конденсационные

твердотопливные

пиролизные

Котлы от какой мощности должны устанавливаться в помещении, отдельном от всего здания?

150 кВт

250 кВт

350 кВт

450 кВт

К какой разновидности относится серия котлов Галан?

дизельные

газовые

электродные

твердотопливные

Где располагается газовая горелка в комбинированном котле?

ниже топочной камеры

выше топочной камеры

сбоку на корпусе

в верхней части котла

ближе к дымоходу

Какое среднее значение коэффициента преобразования энергии (COP) имеют газовые конденсационные котлы?

0,93

0,98
1,08
1,57

Что из себя представляет коаксиальный дымоход?

две сваренные трубы разного диаметра с переходом посередине конструкция
труба в трубе с разными диаметрами, которые вставлены одна внутрь другой и жестко закреплены между собой
квадратная кирпичная труба с размещенной внутри стальной трубой круглого сечения
Г-образная труба в теплоизоляции из негорючих материалов

Для чего устанавливается приемный коллектор?

для приема теплоносителя из источника водоснабжения
для слива теплоносителя
для распределения теплоносителя по контурам отопления
для возврата теплоносителя для последующего нагрева

С какой периодичностью проводится очередная проверка знаний по вопросам безопасности при эксплуатации тепловых энергоустановок у лиц, являющихся ответ-ственными за исправное состояние и безопасную эксплуатацию тепловых энергоустановок?

не реже одного раза в год
не реже одного раза в пять лет
не реже одного раза в три года
не реже одного раза в семь лет

Какую температуру должна иметь вода, используемая при гидравлических испытаниях паровых и водогрейных котлов?

не ниже 5 °с и не выше 30 °с
не ниже 10 °с и не выше 40 °с
не ниже 5 °с и не выше 40 °с
не ниже 0 °с и не выше 20 °с

С какой периодичностью проводятся текущие осмотры зданий и сооружений со сроком эксплуатации до 15 лет для котельных установленной мощностью менее 10 Гкал/час?

не реже одного раза в 6 месяцев
1 раз в год
не реже одного раза в 4 месяца
не реже одного раза в 3 месяца

При каком условии допускается спускать воду из остановленного парового котла с естественной циркуляцией?

после снижения давления в нем до номинального значения
после снижения давления в нем до минимального значения, установленного паспортом
после снижения давления в нем до атмосферного

Какая система отопления оборудуется приборами автоматического регулирова-ния расхода тепловой энергии и теплоносителя?

система с расчетным расходом теплоты на отопление помещения 35 кВт и более
все системы отопления должны быть оборудованы такими приборами
система с расчетным расходом теплоты на отопление помещения 25 кВт и более
система с расчетным расходом теплоты на отопление помещения 50 кВт и более

Нижнюю трапецевидную часть топки котельного агрегата называют.....

воздухоподогревателем
горячей воронкой
экономайзером
холодной воронкой

Котлы с многократной принудительной циркуляцией - это котлы, в которых ...

движение воды и пароводяной смеси в циркуляционном контуре осуществляется принудительно (насосом)
движение воды и пароводяной смеси движутся циклично под насосом и позволяют снизить температуру продуктов сгорания
нет верного ответа
движение воды и пароводяной смеси движутся циклично и позволяют полнее

Можно ли эксплуатировать неисправные отопительные приборы?

можно, если на это есть разрешение инспектора Госпожнадзора
можно, если это не угрожает жизни и здоровью людей
можно, если это обусловлено производственной необходимостью
Правилами пожарной безопасности в РФ это запрещено

В котельных какой мощностью необходимо вести наблюдение за уровнем грунтовых вод?

- в котельных установленной мощностью 1 и более Гкал/час
- в котельных установленной мощностью 5 и более Гкал/час
- в котельных установленной мощностью 10 и более Гкал/час
- во всех котельных

С какой периодичностью должны проводиться наружные осмотры дымовых труб и газоходов?

- не реже одного раза в месяц
- не реже одного раза в полгода
- один раз в год весной
- не реже одного раза в три года

С какой периодичностью должен проводиться внутренний осмотр дымовой трубы и газохода с отключением всех подключенных котлов?

- не реже одного раза в десять лет
- не реже одного раза в пять лет
- через 5 лет после ввода в эксплуатацию и в дальнейшем не реже одного раза в 10 лет
- через 10 лет после ввода в эксплуатацию и в дальнейшем не реже одного раза в три года

В соответствии с требованиями какого документа должна осуществляться эксплуатация дымовых и вентиляционных промышленных труб?

- в соответствии с Федеральным законом от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
- в соответствии с Правилами технической эксплуатации тепловых энергоустановок
- в соответствии с Правилами техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей

Кто в организации утверждает ежегодный календарный план ремонта зданий и сооружений котельной?

- ответственный за исправное состояние и безопасную эксплуатацию тепловых энергоустановок
- главный энергетик организации
- руководитель организации
- главный механик организации

Какой должна быть максимальная величина колебания давления газа в газопроводе котельной?

- не выше величины, указанной в местной инструкции, но не выше 25 % рабочего давления
- не выше величины, указанной в местной инструкции, но не выше 20 % рабочего давления
- не выше величины, указанной в местной инструкции, но не выше 10 % рабочего давления
- не выше величины, указанной в местной инструкции, но не выше 15 % рабочего давления

С какой периодичностью должны проводиться обходы трассы подземных газопроводов, находящихся на территории котельной?

- не реже одного раза в три дня
- не реже одного раза в два дня
- не реже одного раза в неделю
- не реже одного раза в месяц

Кем производится ежедневный контроль за состоянием золоуловителей и их систем?

- ремонтным персоналом
- эксплуатационным персоналом
- специально назначаемой комиссией

Где должны находиться режимные карты по эксплуатации котлов?

- в отделе главного энергетика
- у ответственного за безопасную эксплуатацию паровых и водогрейных котлов
- на щитах управления
- в производственно-техническом отделе

С какой периодичностью проводятся режимно-наладочные испытания котлов, работающих на твердом и жидком топливе?

- не чаще одного раза в десять лет
- не чаще одного раза в восемь лет
- не реже одного раза в пять лет
- не реже одного раза в десять лет

С какой периодичностью проводятся режимно-наладочные испытания котлов, работающих на газообразном топливе?

- не реже одного раза в восемь лет
- не реже одного раза в три года
- не реже одного раза в пять лет
- не реже одного раза в десять лет

Какой уровень воды должен поддерживаться в котле?

установленный распоряжением руководителя организации

установленный заводом-изготовителем или скорректированный на основе пусконаладочных испытаний

установленный в соответствии с рекомендациями Ростехнадзора

не менее установленного по результатам режимной наладки с отклонением $\pm 0,1$ %

При каком условии допускается спускать воду из остановленного парового котла с естественной циркуляцией?

после снижения давления в нем до номинального значения

после снижения давления в нем до атмосферного

после снижения давления в нем до минимального значения, установленного паспортом

Как часто необходимо проводить внутренний осмотр деаэраторов?

ежемесячно

ежеквартально

ежегодно

по мере необходимости

С какой периодичностью должны проводиться гидравлические испытания котлов?

не реже одного раза в десять лет

не реже одного раза в три года

не реже одного раза в пять лет

не реже одного раза в семь лет

Какую температуру должна иметь вода, используемая при гидравлических испытаниях паровых и водогрейных котлов?

не ниже 0°C и не выше 20°C

не ниже 5°C и не выше 30°C

не ниже 10°C и не выше 40°C

не ниже 5°C и не выше 40°C

Каково минимальное время выдержки под пробным давлением во время проведения гидравлических испытаний котла?

5 минут

10 минут

8 минут

3 минуты

В каком случае из перечисленных котел не подлежит немедленной остановке и отключению?

произошло снижение уровня воды ниже допустимого уровня

если давление в барабане котла поднялось выше разрешенного на 5 % и дальше не растет

если произошло снижение расхода воды через водогрейный котел ниже минимально допустимого значения

если повысилась температура воды на выходе из водогрейного котла до значения на 20°C ниже температуры насыщения, соответствующей рабочему давлению воды в выходном коллекторе котла

На какую величину настраиваются предохранительные клапаны паровых котлов:

на 5% выше разрешенного

на 10 % выше разрешенного

на 15 % выше разрешенного

на 25% выше разрешенного

Паровые котлы какой производительности должны быть оборудованы установками для докотловой обработки воды:

паропроизводительностью $0,7$ т/час и выше

паропроизводительностью $0,5$ т/час

с камерным сжиганием топлива паропроизводительностью $0,5$ т/час

паропроизводительностью 1 т/час.

Посторонние лица в котельную могут допускаться:

только с разрешения владельца и без его сопровождения

только с разрешения владельца и в сопровождении его представителя

ограничений по допуску нет

При эксплуатации ГРП текущий ремонт выполняется:

не реже 1 раза в 6 месяцев

не реже 1 раза в 12 месяцев

не реже 1 раза в 3 месяца

не реже 1 раза в месяц

При какой концентрации газа в помещении должны сработать сигнализаторы, контролирующие состояние загазованности

10% от нижнего концентрационного предела распространения пламени

15% от нижнего концентрационного предела распространения пламени
20% от нижнего концентрационного предела распространения пламени
30% от нижнего концентрационного предела распространения пламени

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка курсового проекта является комплексной. При этом учитываются следующие факторы: актуальность выбранной темы; логичность методики расчета; свободное владение методикой расчета; культура оформления пояснительной записки; самостоятельность выводов. Все это суммируется в итоговую оценку.

Оценка результатов защиты курсового проекта осуществляется по балльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Оценка «отлично» выставляется, когда работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. При защите работы обучающийся показывает глубокие знания вопросов темы; свободно оперирует расчетными данными; легко отвечает на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, когда работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. При защите работы обучающийся показывает знания вопросов темы; без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, когда работа содержит расчетную базу, характеризуется наличием отдельных ошибок в расчетах. При защите обучающийся проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного, аргументированного ответа на заданные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, когда работа не содержит расчетную базу, не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях, имеет значительные ошибки в расчетах. При защите обучающийся затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.

Прохождение контрольного мероприятия по защите курсового проекта считается выполненным успешно, если при его оценивании получена оценка не ниже «удовлетворительно».

Критерии оценивания ответа на экзамене

Оценка «отлично» выставляется, когда обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, когда обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, когда обучающийся неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, когда обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем.

Прохождение контрольного мероприятия по сдаче экзамена считается выполненным успешно, если при его оценивании получена оценка не ниже «удовлетворительно».

Критерии оценивания сдачи экзамена в форме компьютерного тестирования:

Оценка "отлично" выставляется, когда обучающийся набрал за тест баллов не менее 90% от максимально возможного количества.

Оценка "хорошо" выставляется, когда обучающийся набрал за тест баллов не менее 70% от максимально возможного количества.

Оценка "удовлетворительно" выставляется, когда обучающийся набрал за тест баллов не менее 55% от максимально возможного количества.

Оценка "удовлетворительно" выставляется, когда обучающийся набрал за тест баллов менее 55% от максимально возможного количества.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	Б.А.Соколов	Котельные установки и их эксплуатация: Учебник		М.: Академия, 2009,
Л1.2	Ю.М. Липов, Ю.М. Третьяков	Котельные установки и парогенераторы		М.: Альянс, 2016,

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.3	Елистратов С.Л.	Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие		Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017, https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574698

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1		Инструкция по предупреждению и ликвидации аварий на тепловых электростанциях : СО 153-34.20.562-2003)		Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2008, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=58001
Л2.2	В.С. Маряхина, Р. Мансуров	Теплогенерирующие установки : учебное пособие		Оренбург : ОГУ, 2014, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259259
Л2.3	А.Г. Салов, А.А. Цынаева	Проектирование отопительно-производственной котельной : учебное пособие		Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2014, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438333
Л2.4	Минкина С.А.	Тепловой и аэродинамический расчеты котельных агрегатов : учебное пособие		Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2013, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256112
Л2.5	А.Г. Салов, А.А. Гаврилова	Теплогенерирующие установки: конструкция, принцип работы котлов типа Е (ДЕ) и тепловой расчёт котла Е (ДЕ)-10-14ГМ : учебное пособие		Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2015, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438393
Л2.6	Новиков С.И.	Оптимизация систем автоматизации теплоэнергетических процессов : учебник		Новосибирск : НГТУ, 2011, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436022
Л2.7		Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов: ПБ 10-574-03		Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57441
Л2.8	В.В. Шалай, А.Г. Михайлов, П.А. Батраков и др.	Расчет тепловых процессов и установок в примерах и задачах: практикум		Омск : Омский государственный технический университет, 2015, https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443145

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л3.1	Г.М. Климов, М.Г. Климов	Устройство паровых котельных агрегатов : методическая разработка		Нижний Новгород : ННГАСУ, 2010, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427286
Л3.2	Г.М. Климов, М.Г. Климов и др.	Водяные экономайзеры котельных агрегатов: методическая разработка		Нижний Новгород : ННГАСУ, 2010, : http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427331

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Электронная образовательная среда (ЭОС) MOODLE	https://lms.misis.ru/
Э2	Научная электронная библиотека	https://www.elibrary.ru
Э3	Научная электронная библиотека	https://cyberleninka.ru/
Э4	НФ НИТУ "МИСиС"	http://nf.misis.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	WinPro 10 RUSUpgrdOLVNLEachAcIdmcAP
П.2	Компас 3D V21-22

П.3	Solidworks Education Edition
П.4	Mathcad 14.0 University Classroom Perpetual
П.5	Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian OLP NL AcademicEdition;
П.6	Браузер Google Chrome
П.7	Microsoft Teams
П.8	Zoom
П.9	MATLAB & Simulink

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	window.edu.ru - единое окно доступа к образовательным ресурсам
И.2	https://energybase.ru - каталог электростанций (атомных, гидравлических, тепловых и др.) и подстанций мира
И.3	http://matlab.exponenta.ru/ - подробные авторские руководства по продуктам MathWorks;
И.4	http://window.edu.ru/ - единое окно доступа к образовательным ресурсам;
И.5	http://teplokot.ru/ - большая техническая библиотека по теплотехнике;
И.6	http://www.tepen.ru/ - журнал «Теплоэнергетика»;
И.7	http://www.rosteplo.ru/ - информационная система по теплоснабжению.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
224	Учебная лаборатория (компьютерный класс)	Комплект учебной мебели на 12 мест для обучающихся, 12 стационарных компьютеров для студентов, 1 стационарный компьютер для преподавателя (все с выходом в интернет), проектор, экран настенный, коммутатор, доска аудиторная меловая, веб камера, доступ к ЭИОС Университета МИСИС через личный кабинет на платформе LMS Canvas и Moodle, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.
212	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 44 мест для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран настенный, доска аудиторная меловая, веб камера, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.
212	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 44 мест для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран настенный, доска аудиторная меловая, веб камера, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В процессе изучения дисциплины выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя. Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная работа обучающимися, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа, не предусмотренная программой учебной дисциплины, раскрывающей и конкретизирующей ее содержание, осуществляется обучающимися инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует источники для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные обучающимися работы и т.п. Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать индивидуальные особенности обучающегося. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине на практических, лабораторных занятиях.