

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной
работе

_____ Э.Ю. Майкова
« ____ » _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений
Блока 1 «Дисциплины (модули)»

«Котельные установки и парогенераторы»

Направление подготовки бакалавров -13.03.01 Теплоэнергетика и
теплотехника

Направленность(профиль) – Автономные энергетические системы

Тип задач профессиональной деятельности: проектно-конструкторский

Форма обучения – очная и заочная.

Факультет природопользования и инженерной экологии
Кафедра «Технологические машины и оборудование»

Тверь 2019

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: к.т.н., доц.

В.В. Шелгунов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО
«__» ____ 2019 г., протокол № .

Заведующий кафедрой ТМО

Б.Ф. Зюзин

Согласовано
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цели и задачи дисциплины.

Основной целью изучения дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» является изучение физико-химических основ рабочих процессов протекающих в современных паровых и водогрейных котлах; влияния рабочих процессов на принципы конструирования энергетических котлов и их элементов; определения путей повышения экономичности и эксплуатационной надежности.

Задачами дисциплины:

сформировать у студентов комплекс знаний и теоретических представлений в области процессов, технологий и оборудования для получения тепловой и электрической энергии.

2. Место дисциплины в структуре ОП.

Дисциплина относится к дисциплине части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)». Для изучения курса требуются знания дисциплин «Физика», «Химия», «Теплотехника», «Техническая термодинамика». Знания, полученные при изучении данной дисциплины, могут быть использованы при изучении других специальных дисциплин, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине.

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции, закрепленные за дисциплиной в ОХОП:

ПК-1: Способен проектировать отдельные узлы и элементы по установке оборудования и обвязке трубопроводами на основании задания руководителя.

ПК-2: Способен выполнять компоновочные решения, тепловые схемы, разводки трубопроводов.

ПК-4: Способен выполнять аэродинамические расчеты и расчеты энергоэффективности.

3.2. Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-1.3. Знает конструкции отдельных узлов и элементов теплотехнического оборудования и трубопроводов

ИПК-2.1. Владеет типовыми компоновочными решениями, тепловыми схемами и способами разводки трубопроводов

ИПК-2.3. Выбирает основное оборудование и разрабатывает план котельных, центральных тепловых пунктов и малых теплоэлектроцентралей

ИПК-4.1. Выполняет аэродинамические расчеты воздухопроводов, газоходов, дымовых труб котельных и малых теплоэлектроцентралей

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

ИПК-1.3

Знать:

З1. Конструкции отдельных узлов и элементов теплотехнического оборудования и трубопроводов.

Уметь:

У1. Проектировать отдельные узлы элементов теплотехнического оборудования.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1. Проектирование отдельных узлов и элементов по установке оборудования и обвязке трубопроводами на основании задания руководителя.

ИПК-2.1.

Знать:

32. Типовые компоновочные решения, тепловые схемы и способы разводки трубопроводов

Уметь:

У2. Выполнять компоновочные решения, тепловые схемы, разводки трубопроводов.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП2. Владение компоновочными решениями, тепловыми схемами, Разводки трубопроводов

ИПК-2.3.

Знать:

33. Основное оборудование, план котельных, центральных тепловых пунктов и малых теплоэлектроцентралей

Уметь:

У3. Выбирать основное оборудование и разрабатывать план котельных, центральных тепловых и малых электроцентралей

Иметь опыт практической подготовки:

ПП3. Владение выбором основных оборудований и разработкой планов котельных, центральных тепловых и малых электроцентралей

ИПК-4.1.

Знать:

34. Аэродинамические расчеты воздухопроводов, газоходов, дымовых труб котельных и малых теплоэлектроцентралей.

Уметь:

У4. Проводить аэродинамические расчеты и расчеты энергоэффективности.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП4. Выполнять аэродинамические расчеты воздухопроводов, газоходов, дымовых труб котельных и малых теплоэлектроцентралей

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий, лабораторных занятий; практических занятий; выполнение курсовой работы.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы.

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	7	252
5-й семестр	3	108
Аудиторные занятия (всего)		60

В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		15
Самостоятельная работа (всего)		12+36(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графическая работа		не предусмотрена
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к защите лабораторных работ; - подготовка к практическим занятиям.		12
Контроль текущий и промежуточный (экзамен)	1	36(экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины		30
Практические занятия		15
Лабораторные работы		15
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
6-й семестр	4	144
Аудиторные занятия (всего)		60
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		15
Самостоятельная работа (всего)		84
В том числе:		
Курсовая работа		60
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к защите лабораторных работ; - подготовка к практическим занятиям.		22
Контроль текущий и промежуточный (зачет)		2
Практическая подготовка при реализации дисциплины		
Практические занятия		15
Лабораторные работы		15
Курсовая работа		60
Курсовой проект		не предусмотрен

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 16. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	7	252
7 семестр	3	108
Аудиторные занятия (всего)		10
В том числе:		
Лекции		6
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		4
Самостоятельная работа (всего)		89+9(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрена
Реферат		не предусмотрен
Контрольная работа		49
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины - подготовка к защите лабораторных работ; - подготовка к практическим занятиям.		40
Контроль текущий и промежуточный (экзамен)		9(экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины		
Практические занятия		не предусмотрены
Лабораторные работы		4
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
8-й семестр	4	144
Аудиторные занятия (всего)		6
В том числе:		
Лекции		2
Практические занятия (ПЗ)		4
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа (всего)		134+4(зач)
В том числе:		
Курсовая работа		70
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины - подготовка к защите лабораторных работ; - подготовка к практическим занятиям.		64
Контроль текущий и промежуточный (зачет)		4(зач)
Практическая подготовка при		74

реализации дисциплины		
Практические занятия		4
Лабораторные работы		не предусмотрены
Курсовая работа		70
Курсовой проект		не предусмотрен

5. Структура и содержание дисциплины.

Структура и содержание дисциплины построены по модульно-блочному принципу. Под модулем дисциплины понимается укрупненная логико-понятийная тема, характеризующаяся общностью использованного понятийно-терминологического аппарата.

5.1. Структура дисциплины. ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ.

Таблица 2а. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы.

№	Наименование модуля	Труд-ть Часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
	5-й семестр					
1	Задачи дисциплины. Основные термины и определения. Общие вопросы проектирования, изготовления и эксплуатации котлов.	22	4	2	-	4+12(экз)
2	Энергетическое топливо и эффективность его использования. Основы теории горения.	41	12	6	7	4+12(экз)
3	Общие схемы и балансы котельных установок.	45	14	7	8	4+12(экз)
	Итого за 7-й семестр	108	30	15	15	12+36(экз)
	6-й семестр					
4	Конструкции топочных устройств. Теплообмен в топке.	46	10	4	4	28
5	Компоновка, условия работы и методы расчета поверхностей нагрева	48	10	6	4	28
6	Эксплуатация котельных установок и парогенераторов	50	10	5	7	28
	Итого за 6-й семестр	144	30	15	15	84
	Всего на дисциплину	252	60	30	30	96

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ.

Таблица 2б. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы.

№	Наименование Модуля	Труд-ть Часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
	5-й семестр					
1	Задачи дисциплины. Основные термины и определения. Общие вопросы проектирования, изготовления и эксплуатации котлов.	25	2		-	20+3(экз)
2	Энергетическое топливо и эффективность его использования. Основы теории горения.	37	2		2	30+3(экз)
3	Общие схемы и балансы котельных установок.	46	2		2	39+3(экз)
	Итого за 7-й семестр	108	6	-	4	89+9(экз)
	6-й семестр					
4	Конструкции топочных устройств. Теплообмен в топке.	49	1	2		46
5	Компоновка, условия работы и методы расчета поверхностей нагрева	49	1	2		46
6	Эксплуатация котельных установок и парогенераторов	46	-	-		46
	Итого за 8-й семестр	144	2	4		134+4(зач)
	Всего на дисциплину	252	8	4	4	223+9 (экз) +4(зач)

5.2. Содержание дисциплины.

МОДУЛЬ 1 «Задачи дисциплины. Основные термины и определения.

Общие вопросы проектирования, изготовления и эксплуатации котлов»:

Место и роль котельных установок в системах энергохозяйства промышленных предприятий. История развития и современное состояние котлостроения для нужд промышленной теплоэнергетики, котлостроительные заводы. Общая классификация котельных установок и парогенераторов. Роль российских ученых в развитии котельной техники. Вопросы экономии топливно-энергетических ресурсов. Источники энергии для котлов промышленных предприятий и электростанций. Котельные установки и парогенераторы как источник загрязнения окружающей среды. Вопросы охраны окружающей среды.

МОДУЛЬ 2 «Энергетическое топливо и эффективность его использования. Основы теории горения»:

Энергетическое топливо. Органическое топливо и его ресурсы. Элементарный состав топлива. Пересчет элементарного состава топлива с одной массы на другую. Теплота сгорания топлива; высшая, низшая; методы их определения. Условное топливо. Выход летучих веществ. Свойства твердого горючего остатка. Влияние летучих веществ на возникновение и развитие горения. Характеристики топливного балласта. Минеральная часть топлива. Технологическая и коллоидная влажности топлива. Сера в топливе. Технические характеристики энергетических топлив (твердого, жидкого и газообразного). Приведенные влажность, зольность и сернистость топлива. Их влияние на работу котельной установки и загрязнение окружающей среды. Классификация и маркировка топлива. Основные месторождения ископаемых топлив. Энерготехнологическое использование энергетических топлив.

Материальный баланс процесса горения; теоретически необходимое количество воздуха. Коэффициент избытка воздуха. Состав и объем продуктов сгорания. Уравнения полного и неполного горения. Определение коэффициента избытка по газовому анализу. Энтальпия продуктов сгорания и воздуха, их расчет. Основы кинетики химических реакций. Механизм горения твердого, газового, жидкого топлив. Кинетическая и диффузионная области горения. Воспламенение топливно-воздушной смеси. Температура воспламенения. Фронт горения. Интенсивность выгорания топлива. Особенности сжигания жидкого, твердого и газообразного топлива.

МОДУЛЬ 3 «Общие схемы и балансы котельных установок»:

Характеристики и общие технологические схемы котельных установок промышленных предприятий и тепловых электростанций (ТЭС). Схемы и основные процессы производства пара, воды, а также других теплоносителей.

Общее уравнение теплового баланса. Располагаемое тепло. Теплота, затраченная на производство пара. Расход топлива и КПД парового котла. Составляющие потери теплоты и их анализ. Методы определения химического и механического недожогов. Определение присосов в газоходы котла. Влияние коэффициента избытка воздуха на потери тепла. Основы проведения балансовых испытаний котлов.

Основные профили паровых котлов и их особенности. Влияние типа, мощности и режима работы ТЭС на конструкцию паровых котлов. Конструктивные и компоновочные решения современных паровых котлов. Принцип компоновки поверхностей нагрева по ходу продуктов сгорания. Составление тепловой схемы парового котла. Распределение теплоты между поверхностями нагрева котла в зависимости от параметров пара.

МОДУЛЬ 4 «Конструкции топочных устройств. Теплообмен в топке»:

Тепловые характеристики настенных экранов. Падающий и эффективный тепловой поток. Коэффициент тепловой эффективности и его связь с видом сжигаемого топлива. Угловой коэффициент экрана. Условный коэффициент загрязнения экранов. Степень экранирования топки. Излучательная способность факела. Тепловая эффективность экранов. Выбор температуры газов на выходе из

топочной камеры. Расчет теплообмена в топочной камере. Лучистый теплообмен в газоходах котла. Конвективный теплообмен. Коэффициенты теплопередачи для змеевиковых поверхностей и воздухоподогревателей. Выбор оптимальной скорости продуктов сгорания в конвективных газоходах. Задачи конструкторского и поверочного расчетов парового котла. Последовательность конструкторского расчета. Последовательность поверочного расчета парового котла барабанного и прямоточного.

Принципиальные схемы сжигания твердого топлива. Свойства и характеристики угольной пыли. Схемы пылеприготовления. Влияние характеристик топлива на выбор системы пылеприготовления. Элементы систем приготовления пыли. Воздушный и тепловой баланс пылесистемы. Сушка дымовыми газами. Подготовка к сжиганию жидкого и газообразного топлива. Основные требования ПТБ по эксплуатации пылеприготовительных установок.

Конструкция топочных камер газомазутных паровых котлов. Горелочные устройства и их размещение. Основы расчета газовых горелок. Схемы распыления жидкого топлива. Типы мазутных форсунок. Горелки мазутные, комбинированные, газомазутные. Расчетные характеристики топочных камер. Регулирование горения в газомазутных топках. Техника безопасности на газомазутных ТЭС.

Схема топочных камер для сжигания твердого топлива. Основные характеристики топочных камер. Типы горелочных устройств. Применяемые скорости первичного и вторичного воздуха. Основные расчетные параметры топки. Конструктивное оформление камерных топок с твердым и жидким шлакоудалением. Регулирование горения при сжигании жидкого, твердого и газообразного топлива. Сопоставительный анализ различных топочных камер.

МОДУЛЬ 5 «Компоновка, условия работы и методы расчета поверхностей нагрева»:

Парообразующие поверхности прямоточных и барабанных котлов. Компоновка топочных экранов барабанных и прямоточных котлов. Типы экранов: схемы навивок; двухсветные экраны. Схемы включения панелей экранов; условия их работы. Типы топочных экранов при сверхкритическом давлении. Методы повышения надежности топочных экранов прямоточных котлов. Газоплотные экраны, условия их работы и меры, повышающие их надежность. Ошипованные экраны, области их применения, температурный режим.

Пароперегреватели и их классификация. Зоны размещения первичного и вторичного пароперегревателей. Условия работы металла труб. Конвективные и радиационные пароперегреватели, их конструктивное оформление. Ширмовые пароперегреватели, компоновка пароперегревателей и влияние на нее параметров пара. Условия работы пароперегревателей и методы повышения надежности. Регулировочные характеристики пароперегревателей. Методы регулирования температуры перегретого пара поверхностными и впрыскивающими пароохладителями.

Низкотемпературные поверхности нагрева. Одно- и двухступенчатая компоновка низкотемпературных поверхностей нагрева. Распределение температурных напоров. Типы экономайзеров и их размещение. Интенсифицированные поверхности нагрева и условия их работы. Классификация

воздухоподогревателей; компоновочные решения. Нагрев воздуха с применением промежуточного теплоносителя. Регенеративные воздухоподогреватели. Выбор типа воздухоподогревателя. Коррозия поверхностей нагрева и методы повышения коррозионной стойкости. Очистка конвективных поверхностей нагрева. Механизм образования отложений. Абразивный износ конвективных поверхностей. Условия работы металла элементов парового котла. Расчет на прочность. Эксплуатационный контроль за металлом.

МОДУЛЬ 6 «Эксплуатация котельных установок и парогенераторов»:

Задачи водного режима. Водный режим барабанных котлов. Методы вывода примесей из цикла на ТЭС. Водный режим прямоточных котлов (гидразинно-аммиачный, нейтральный, комплексный). Безнакипный водный режим барабанных котлов. Солевой баланс цикла с барабанным и прямоточным паровым котлом. Методы получения чистого пара. Сепарационные устройства. Паропромылочные устройства. Динамический слой паропромылочных устройств. Распределительные устройства с паровой подушкой. Барботаж и сущность барботажной промывки пара. Ступенчатое испарение.

Компоновка основного оборудования газозоудушного тракта паровых котлов. Основы расчета аэродинамического сопротивления газозоудушного тракта. Конструкция и особенности работы золоуловителей. Выбор дымососов.

Гидродинамика и надежность работы поверхностей нагрева. Основные уравнения гидродинамики и теплообмена пароводяного тракта. Особенности пароводяной смеси как двухфазного потока. Характеристики движения пароводяной смеси. Структура двухфазного потока в вертикальных и горизонтальных положениях обогреваемых труб. Поведение двухфазного потока в гиах труб. Теплогидравлическая разверка и гидродинамика рабочей среды в поверхностях нагрева котла. Схемы контуров с естественной циркуляцией. Движущий и полезный напоры. Основное уравнение циркуляции. Гидродинамика опускных труб и ее влияние на надежность циркуляции. Методы повышения надежности циркуляции.

Эксплуатационные режимы и показатели. Допустимые скорости сброса и набора давления в барабанном паровом котле. Стационарные режимы эксплуатации котлов. Нестационарные режимы работы в диапазоне допустимых нагрузок. Пусковые схемы блоков с барабанным и прямоточным котлом «Скользющие» параметры. Схемы с выносным и встроенным сепаратором, достоинства и недостатки. Режимы останова и сброса нагрузки котла. Режимы растопки котла и пуска блоков из различных тепловых состояний.

5.3. Лабораторные работы.

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
Модуль 2 Цель: знакомство с основными физическими и химическими свойствами	1. Определение физических свойств твердого топлива. 2. Определение зольности и	7

топлива. Приобретение навыков работы с аналитическим и исследовательским оборудованием для анализа свойств различных видов топлива.	калорийности формованного торфа	
Модуль 3 Цель: знакомство с конструкцией и режимами работы паровых котлов. Приобретение навыков составления теплового баланса котельных установок.	Испытание парового электрического котла	8
Модуль 4 Цель: знакомство с конструкцией и режимами работы топочных устройств паровых котлов. Приобретение навыков составления теплового и воздушного баланса топков.	Исследование гидродинамики топки с кипящим слоем	4
Модуль 5 Цель: знакомство с конструкцией и режимами работы поверхностей нагрева паровых и водогрейных котлов	Исследование теплообмена в шахматных и коридорных трубных пучках	4
Модуль 6 Цель: знакомство с организацией и контролем водно-химического режима паровых и водогрейных котлов	1. Определение показателей качества питательной и котловой воды. 2. Испытания адсорбционной установки	7

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
Модуль 2 Цель: знакомство с основными физическими и химическими свойствами топлива. Приобретение навыков работы с аналитическим и исследовательским оборудованием для анализа свойств различных видов топлива.	Определение физических свойств твердого топлива. Определение зольности и калорийности формованного торфа	2
Модуль 3 Цель: знакомство с конструкцией и режимами работы паровых котлов. Приобретение навыков составления теплового баланса котельных установок.	Испытание парового электрического котла	2

5.4. Практические занятия. ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4. Тематика практических занятий и их трудоёмкость

№	Модули. Цели практического занятия	Примерная тематика практического занятия	Трудоёмк. в часах
1	Модуль 1.	Расчет к.п.д. котельных и ТЭС	2

	Цель: ознакомление с технико-экономическими показателями котельных установок		
2	Модуль 2. Цель: ознакомление с методикой расчета основных характеристик топлива и параметров процессов горения	1. Расчет элементарного состава топлива	2
		2. Расчет теплоты сгорания топлива	2
		3. Определение объемов воздуха и продуктов сгорания топлива	2
3	Модуль 3. Цель: ознакомление с методиками балансовых расчетов и определения технических характеристик котельных установок	1. Составление теплового баланса котла.	3
		2. Определение расхода топлива в котельных установках.	2
		3. Расчет коэффициента избытка воздуха и воздушного баланса котла	2
4	Модуль 4. Цель: ознакомление с методиками тепловых и конструктивных расчетов топочных устройств.	1. Расчет теплообмена в топках котлов.	2
		2. Определение основных размеров топок.	2
5	Модуль 5. Цель: изучение правил компоновки и методов расчета поверхностей нагрева котлов	1. Расчет теплообмена на парообразующих поверхностях нагрева котлов.	2
		2. Расчет теплообмена на низкотемпературных поверхностях нагрева котлов.	2
		3. Конструктивный расчет поверхностей нагрева котлов	2
6	Модуль 6. Цель: изучение правил расчета водного режима и подбора тягодутьевого оборудования котельных установок	1. Выбор схемы и оборудования системы водоподготовки котельных установок.	3
		2. Подбор тягодутьевого оборудования для котельных установок.	2

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости.

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим и лабораторным работам, к текущему контролю успеваемости, зачету, экзамену, выполнению курсовой работы.

В рамках дисциплины проводится 14 практических занятий по очной форме обучения, которые оцениваются посредством тестирования или устным опросом (по желанию обучающегося). Максимальная оценка за каждое практическое занятие – 5 баллов, минимальная – 2 балла.

Выполнение всех практических заданий обязательно. В случае пропуска по уважительной причине практического занятия студент выполняет практические работы самостоятельно и сдает преподавателю.

В рамках дисциплины выполняется 7 лабораторных работ по очной форме обучения и 3 лабораторные работы по заочной форме обучения, которые защищаются посредством устного опроса. Максимальная оценка за каждую выполненную лабораторную работу – 5 баллов, минимальная – 3 балла.

Выполнение всех лабораторных работ обязательно. В случае невыполнения лабораторной работы по уважительной причине студент имеет право выполнить письменный реферат, по согласованной с преподавателем теме по модулю, по которому пропущена лабораторная работа. Возможная тематическая направленность реферативной работы для каждого учебно-образовательного модуля представлена в следующей таблице:

Таблица 5. Темы рефератов

№ п/п	Модули	Возможная тематика самостоятельной реферативной работы
1.	Модуль 1	Современные направления развития котельной техники
		Средства и методы энерго-ресурсосбережения
2.	Модуль 2	Классификация основные характеристики органического топлива
		Процессы горения топлива и их расчет
3.	Модуль 3	Современные схемы котельных установок
		Тепловые испытания парогенераторов
4.	Модуль 4	Современные конструкции топочных устройств
		Особенности разработки и расчета топочных устройств для различных видов топлива
5.	Модуль 5	Основные виды поверхностей нагрева и расчет теплообмена
		Компоновка поверхностей нагрева в современных парогенераторах
6.	Модуль 6	Современные схемы систем водоподготовки котельных установок
		Конструкции и расчет дымовых труб котельных и тепловых электрических станций

Оценивание в этом случае осуществляется путем устного опроса проводится по содержанию и качеству выполненного реферата.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная литература

1. Сидельковский, Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий : учебник для вузов по специальности "Промышленная теплоэнергетика" : в составе учебно-методического комплекса / Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юренев. - 4-е изд. ; репр. - М. : Бастет, 2009. - 526, [1] с. : ил., табл. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-903178-13-1 : 417 р. 80 к. - (ID=93418-10)

2. Елистратов, С.Л. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / С.Л. Елистратов, Ю.И. Шаров. - Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-9729-0554-6. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/115237> . - (ID=147518-0)

3. Бойко, Е.А. Котельные установки : учебное пособие / Е.А. Бойко. - 2-е изд. - Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-9729-0744-1. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/115234> . - (ID=147521-0)

4. Липов, Ю.М. Котельные установки и парогенераторы : учебник для вузов по спец. 1005 "Тепловые и электрические станции" / Ю.М. Липов, Ю.М. Третьяков. - 2-е изд. ; испр. - Москва : Альянс, 2018. - 591 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-00106-306-9 : 1001 p. - (ID=130719-6)

7.2. Дополнительная литература

1. Волков, Э.П. Энергетические установки электростанций : учебник для вузов по спец. "Электр. станции" / Э.П. Волков, В.А. Ведяев, В.И. Обрезков; под ред. Э.П. Волкова. - Москва : Энергоатомиздат, 1983. - 279 с. : ил. - Библиогр. : с. 272. - Текст : непосредственный. - 1 р. 10 к. - (ID=23143-75)

2. Теплоэнергетические установки : сборник нормативных документов / под редакцией А. М. Меламед. - Москва : ЭНАС, 2013. - (Нормативная база). - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN ISBN 5-93196-643-9. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/17819.html> . - (ID=137481-0)

3. Арсеньев, Г.В. Энергетические установки : учебник для вузов / Г.В. Арсеньев. - М. : Высшая школа, 1991. - 336 с. - Текст : непосредственный. - 16 р. 20 к. - (ID=85444-41)

4. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок. - СПб. : ДЕАН, 2003. - 250 с. - ISBN 5-93630-304-7 : 61 р. 75 к. - (ID=15696-10)

5. Цанев, С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учебное пособие для вузов по направлению. 650800 "Теплоэнергетика", специальностям. 100500 "Тепло электрических станций" по дисциплине "Парогазовые и газотурбинные установки электростанций" и "Тепло- и атомные электрические станции" / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов; под редакцией С.В. Цанева. - Москва : Московский энергетический ин-т, 2002. - 579 с. : ил. - Библиогр. : с. 571 - 573. - ISBN 5-7046-0739-X : 605 p. - (ID=15885-3)

6. Бойко, Е.А. Устройство и конструкционные характеристики энергетических котельных агрегатов : учебное пособие / Е.А. Бойко. - Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-9729-0644-4. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/114990> . - (ID=147396-0)

7. Жихар, Г.И. Котельные установки ТЭС. Теплотехнические расчеты : учебное пособие / Г.И. Жихар. - Минск : Высшая школа, 2017. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-985-06-2883-1. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/90783.html> . - (ID=138297-0)

8. Липов, Ю.М. Компонировка и тепловой расчет парового котла : учеб. пособие для вузов по спец. "Тепловые электрические станции" : в составе учебно-методического комплекса / Ю.М. Липов, Ю.Ф. Самойлов, Т.В. Виленский. - М. : Альянс, 2012. - 208 с. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-91872-023-3 : 475 p. - (ID=93555-15)

Безгрешнов, А.Н. Расчет паровых котлов в примерах и задачах : учеб. пособие для теплотехн. и энергомашиностроит. спец. вузов / А.Н. Безгрешнов, Ю.М. Липов, Б.М. Шлейфер; под общ. ред. Ю.М. Липова. - Москва : Альянс, 2016. - 241 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-00106-045-1 : 551 p. - (ID=130721-6)

7.3. Методические материалы

1. Вопросы к экзамену по дисциплине "Котельные установки и парогенераторы" направление подготовки бакалавров 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль - Автономные энергетические системы : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Торфяные машины и оборудование ; сост. В.В. Шелгунов. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - (ID=120557-0)
2. Вопросы к зачету по дисциплине "Котельные установки и парогенераторы" направление подготовки бакалавров 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль - Автономные энергетические системы : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Торфяные машины и оборудование ; сост. В.В. Шелгунов. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - (ID=120560-0)
3. Проверочный расчет парового котла малой производительности : метод. указания для студентов направления 13.03.01. Теплотехника и теплоэнергетика : в составе учебно-методического комплекса / сост. О.В. Дорогов ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТМО. - Тверь : ТвГТУ, 2015. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/111036> . - (ID=111036-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

1. Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).
2. Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>

5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1,2,3,4. - М. : Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/113393>

8. Материально-техническое обеспечение.

При изучении дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» используются современные средства обучения: наглядные пособия, диаграммы, схемы, презентации.

Возможна демонстрация лекционного материала с помощью мультимедийного проектора.

Выполнение лабораторных работ с привлечением учебного мастера требует затрат торфяного сырья в качестве расходных материалов для исследований физико-химических свойств и процессов. Лабораторные работы проводятся в 2 лабораториях кафедры ГТП:

- учебно-исследовательская лаборатория;
- лаборатория технологических машин и оборудования.

Перечень основного оборудования:

1. муфельная печь, сушильная печь;
2. аппарат Грефе, холодильник Либиха, лабораторный реактор низкотемператур- ного пиролиза;
3. электрический паровой котел;
4. аналитические весы;
5. кожухотрубный теплообменник;
6. адсорбер с неподвижным слоем;
7. установка для исследования характеристик кипящего слоя;
8. термометры, термопары, газоанализатор.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
2. Критерии оценки за экзамен:
для категории «знать»:
выше базового – 2;
базовый – 1;

ниже базового – 0.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

3. Вид экзамена – письменный экзамен.

4. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3.

Продолжительность экзамена – 60 минут.

1. База заданий, предназначенных для предъявления студентам на экзамене.

1. Место и роль котельных установок в системах энергохозяйства промышленных предприятий.

2. История развития и современное состояние котлостроения для нужд промышленной теплоэнергетики, котлостроительные заводы.

3. Общая классификация котельных установок и парогенераторов.

4. Роль российских ученых в развитии котельной техники.

5. Вопросы экономии топливно-энергетических ресурсов.

6. Источники энергии для котлов промышленных предприятий и электростанций.

7. Котельные установки и парогенераторы как источник загрязнения окружающей среды.

8. Вопросы охраны окружающей среды.

9. Энергетическое топливо.

10. Органическое топливо и его ресурсы.

11. Элементарный состав топлива.

12. Пересчет элементарного состава топлива с одной массы на другую.

13. Теплота сгорания топлива; высшая, низшая; методы их определения.

14. Условное топливо.

15. Выход летучих веществ.

16. Свойства твердого горючего остатка.

17. Влияние летучих веществ на возникновение и развитие горения.

18. Характеристики топливного балласта.

19. Минеральная часть топлива.

20. Технологическая и коллоидная влажности топлива.

21. Сера в топливе.
22. Технические характеристики энергетических топлив (твердого, жидкого и газообразного).
23. Приведенные влажность, зольность и сернистость топлива. Их влияние на работу котельной установки и загрязнение окружающей среды.
24. Классификация и маркировка топлива.
25. Основные месторождения ископаемых топлив.
26. Энерготехнологическое использование энергетических топлив.
27. Материальный баланс процесса горения; теоретически необходимое количество воздуха.
28. Коэффициент избытка воздуха.
29. Состав и объем продуктов сгорания.
30. Уравнения полного и неполного горения.
31. Определение коэффициента избытка по газовому анализу.
32. Энтальпия продуктов сгорания и воздуха, их расчет.
33. Основы кинетики химических реакций.
34. Механизм горения твердого, газового, жидкого топлив.
35. Кинетическая и диффузионная области горения.
36. Воспламенение топливно-воздушной смеси.
37. Температура воспламенения.
38. Фронт горения.
39. Интенсивность выгорания топлива.
40. Особенности сжигания жидкого, твердого и газообразного топлива.
41. Характеристики и общие технологические схемы котельных установок промышленных предприятий и тепловых электростанций (ТЭС).
42. Схемы и основные процессы производства пара, воды, а также других теплоносителей.
43. Общее уравнение теплового баланса.
44. Располагаемое тепло.
45. Теплота, затраченная на производство пара.
46. Расход топлива и КПД парового котла.
47. Составляющие потерь теплоты и их анализ.
48. Методы определения химического и механического недожогов.
49. Определение присосов в газоходы котла.
50. Влияние коэффициента избытка воздуха на потери тепла.
51. Основы проведения балансовых испытаний котлов.
52. Основные профили паровых котлов и их особенности.
53. Влияние типа, мощности и режима работы ТЭС на конструкцию паровых котлов.
54. Конструктивные и компоновочные решения современных паровых котлов.
55. Принцип компоновки поверхностей нагрева по ходу продуктов сгорания.
56. Составление тепловой схемы парового котла.

57. Распределение теплоты между поверхностями нагрева котла в зависимости от параметров пара.

При ответе на вопросы экзамена допускается использование справочными данными, ГОСТами, методическими указаниями по выполнению лабораторных работ в рамках данной дисциплины.

Пользование различными техническими устройствами не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации в форме зачёта.

Вид промежуточной аттестации устанавливается:

по результатам текущего контроля знаний обучающегося без дополнительных контрольных испытаний.

3. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при условии выполнения им курсовой работы, практических и лабораторных работ).

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

1. Шкала оценивания курсовой работы

«отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Примерная тематика курсовой работы.

1) Конструктивный расчет парового (водогрейного) котла.

2) Поверочный расчет парового (водогрейного) котла.

3) Реконструкция парового (водогрейного) котла.

Каждому обучающемуся выдаётся индивидуальное задание в котором указывается тип (марка) котла, вид топлива, расчетные характеристики. Студент по согласованию с преподавателем может самостоятельно выбрать объект курсовой работы на базе организации или предприятия, на котором проводится практика или научно-исследовательская работа.

Курсовая работа может являться этапом подготовки к написанию выпускной квалификационной работы.

4. Критерии оценки качества выполнения, как по отдельным разделам курсовой работы, так и работы в целом.

Разделы курсовой работы по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы»:

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
	Нормативные ссылки	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Термины и определения	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Введение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
1	Общая часть (обзор литературы и нормативных документов по теме курсовой работы)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
2	Расчетная часть (Соответствующий заданию расчет котла и его элементов)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
3	Подбор вспомогательного оборудования	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
	Заключение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Список использованных источников	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Приложения (при необходимости)	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Графическая часть (чертежи): 1. Технологическая схема котельной установки-ф.А1; 2. чертеж котла (СБ или ВО)-ф.А1.	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 30 до 36;

«хорошо» – при сумме баллов от 24 до 29;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 18 до 23;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов меньше 18, а также при любой другой сумме, если по разделам «Общая часть», «Расчетная часть» или «Графическая часть» работа имеет 0 баллов.

5. Методические материалы, определяющие процедуру выполнения и представления работы и технологию её оценивания.

Требования и методические указания по структуре, содержанию и выполнению работы, а также критерии оценки, оформлены в качестве отдельно выпущенного документа.

Курсовая работа состоит из титульного листа, содержания, нормативных ссылок, терминов, определений, сокращений, введения, общей части, расчетной части, заключения, списка использованных источников, приложений и чертежей. Текст должен быть структурирован, содержать рисунки и таблицы. Рисунки и таблицы должны располагаться сразу после ссылки на них в тексте таким образом, чтобы их можно было рассматривать без поворота курсовой работы. Если это сложно, то допускается поворот по часовой стрелке.

Если таблицу приходится переносить на следующую страницу, то помещают слова: «продолжение табл.» с указанием номера справа, графы таблицы пронумеровывают и повторяют их нумерацию на следующей странице. Заголовок таблицы не повторяют.

Раздел «Нормативные ссылки» должен начинаться с фразы «В настоящей курсовой работе использованы ссылки на следующие нормативные документы», после которой следует перечень используемых в курсовой работе нормативных документов в иерархическом порядке (Федеральные законы, ТР, ТРТС, подзаконные акты Правительства РФ, ГОСТ, ГОСТ Р, ОСТ, СТО и т.д.).

Раздел «Термины и определения» должен начинаться с фразы «В настоящей курсовой работе используются следующие термины с соответствующими определениями», после которой приводятся основные использованные в курсовой работе определения в алфавитном порядке с указанием источника.

Раздел «Сокращения» включается в работу в том случае, если по тексту работы их представлено более десяти.

Во введении необходимо отразить актуальность темы исследования, цель и задачи курсовой работы. Объем должен составлять 2-3 страницы.

Общая часть должна содержать обзор актуальных литературных и нормативных источников выбранного объекта курсовой работы.

В расчетной части необходимо отразить: методики расчетов, расчетные схемы, требования нормативных документов необходимые для выполнения поставленного задания.

При подборе вспомогательного оборудования должны быть выполнены расчеты его режимных параметров, которые обеспечат надежную работу котельной установки в целом.

В заключении необходимо раскрыть особенности отображения в курсовой работе поставленных задач. Объем должен составлять 1-2 страницы.

Список использованных источников должен содержать не менее 10 наименований (книг, журналов, газет, сборников стандартов, патентов, электронных ресурсов и др.).

В приложениях приводятся копии или выписки из патентов и нормативных документов, использованных для выполнения работы.

Дополнительные процедурные сведения:

а) Студенты выбирают тему для курсовой работы самостоятельно из предложенного списка и согласовывают свой выбор с преподавателем в течение первых двух недель обучения. К середине семестра на проверку представляется общая часть курсовой работы, за две недели до защиты – окончательный вариант.

б) проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающегося достоинства и недостатки курсовой работы и ее оценку. Оценка проставляется в зачётную книжку обучающегося и ведомость для курсовой работы. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

в) защита курсовой работы проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы;

г) работа не подлежит обязательному рецензированию.

В процессе выполнения обучающимся курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

Оптимальный объем курсовой работы 30-50 страниц машинописного текста (не включая приложения), набранного 12-14 шрифтом через 1.5 интервала на листах формата А4 с одной стороны. Графическая часть должна включать два чертежа формата А1. Обе части работы (текстовая и графическая) выполняются согласно требованиям ЕСКД.

Источники использованной литературы должны оформляться согласно ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Список источников следует составлять в порядке упоминания их в тексте. Ссылки на источники должны приводиться по тексту в квадратных скобках.

Нумерация страниц курсовой работы должна быть сквозной. Первой страницей является титульный лист, на нем номер страницы не ставится, второй - содержание и т.д. Номер страницы проставляется арабскими цифрами снизу страницы, посередине. Приложения необходимо включать в сквозную нумерацию.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

Студенты перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с возможностью получения экзамена, зачета по результатам текущей успеваемости, выполнению задач практических, лабораторных занятий, а также планом выполнения курсовой работы.

Задание студентам на курсовую работу выдается на 2 неделе семестра по очной форме обучения, на установочной сессии по заочной форме обучения.

В учебном процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Рекомендуется обеспечить студентов, изучающих дисциплину, электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к практическим, лабораторным занятиям, к выполнению курсовой работы, а также всех видов самостоятельной работы.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний дисциплин, форма которых утверждена Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) – Автономные энергетические системы
Кафедра «Технологические машины и оборудование»
Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0, или 1, или 2 балла

Основные термины и определения дисциплины. Требования нормативных документов для установок в части их разработки, эксплуатации и испытаний.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла

Расход топлива и КПД парового котла.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла

Последовательность испытаний котлов при их вводе в эксплуатацию.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент кафедры ТМО

В.В. Шелгунов

Заведующий кафедрой ТМО, д.т.н., профессор

Б.Ф. Зюзин