

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет энергетики

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан ФЭН

профессор, к.т.н. Сидоркин
Юрий Михайлович

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Котельные установки и парогенераторы

ООП: специальность 140101.65 Тепловые электрические станции

Шифр по учебному плану: СД.Ф.2

Факультет: энергетики заочная форма обучения

Курс: 3 4, семестр: 5 6 7

Лекции: 24

Практические работы: 8 Лабораторные работы: 4

Курсовой проект: 7 Курсовая работа: - РГЗ: -

Самостоятельная работа: 164

Экзамен: 6 7 Зачет: 7

Всего: 200

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 650800 Теплоэнергетика .(№ 209 тех/дс от 27.03.2000)

СД.Ф.2, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Тепловых электрических станций протокол № 7 от 07.07.2011

Программу разработал

доцент, к.т.н.

Баранов Вячеслав Николаевич

Заведующий кафедрой

профессор, д.т.н.

Щинников Павел Александрович

Ответственный за основную образовательную программу

профессор, д.т.н.

Щинников Павел Александрович

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
СД.Ф.2	Технологическая схема парового котла; роль парового котла и парогенератора в схемах тепловых и атомных электрических станций; характеристики органического топлива; подготовка топлива к сжиганию; основные технологические схемы и конструкция элементов системы топливоподготовки и топливоподачи; механизм горения органического топлива; продукты сгорания; технологические схемы золоудаления и конструкция их элементов системы очистки; тепловой баланс котельного агрегата; принцип конструирования топочных камер котла; процессы с газовой стороны поверхностей нагрева; основные профили паровых котлов; тепловые характеристики и принципиальные схемы парогенераторов атомных электрических станций; внутрикотловая гидродинамика; температурный режим поверхностей нагрева; теплогидравлическая разверка и гидродинамика рабочей среды в поверхностях нагрева; водный режим котельного агрегата; требования к качеству пара и питательной воды; условия работы поверхностей нагрева; принципы конструирования котельного агрегата; тепловой, аэродинамический, гидравлический и прочностной расчет котельного агрегата; нестационарные процессы в парогенераторах и котлах; основные положения эксплуатации котельных агрегатов, пуск и останов котла; обеспечение надежности эксплуатации; парогенераторы утилизационного типа для парогазовых установок; особенности конструкции и расчета; строительные конструкции и вспомогательное оборудование котла; перспективы развития котельных агрегатов и парогенераторов.	200

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	ГОС ВПО направления 650800 (140100) "Теплоэнергетика" /специальность 140101.65 "Тепловые электрические станции".
Адресат курса	Студенты, обучающиеся по специальности 140101 - Тепловые электрические станции.
Основная цель (цели) дисциплины	Развитие естественно-научного мировоззрения; создание фундаментальной базы по теоретическим основам ТЭС, АЭС

	и базы для дальнейшего изучения специальных дисциплин, для успешной последующей профессиональной деятельности.
Ядро дисциплины	Ядро курса составляют 12 модулей: 1) Энергетическое органическое топливо. 2) Тепловой баланс и КПД парового котла. 3) Методы сжигания органического топлива. 4) Теплообмен в топочной камере. 5) Теплообмен в полурadiaционных поверхностях нагрева. 6) Подготовка твердого топлива к сжиганию. 7) Пылевидное сжигание твердых топлив. 8) Газодинамика воздушного и газового трактов. 9) Гидродинамика пароводяной смеси в агрегатах с естественной и принудительной циркуляцией. 10) Надежность и экономичность работы поверхностей нагрева. 11) Методы получения чистого пара и поддержания чистоты поверхностей нагрева. 12) Эксплуатация паровых котлов.
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Физика (основные физические величины, их размерности и методы измерения, фундаментальные физические законы). Математика (основы дифференциально-интегрального исчисления, линейная алгебра). Техническая термодинамика (основные начала термодинамики, идеальные и реальные газы как рабочие тела в тепловых двигателях). Тепломассообмен (принципы расчета поверхностей нагрева). ТЭС и АЭС (место котла и парогенератора в составе ТЭС и АЭС).
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Знание курсов физики и технической термодинамики. Математическая подготовка. Опыт работы на персональном компьютере. Языковая подготовка. Знание курса тепломассообмена.
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	Направленность учебного процесса на развитие общепредметных, общеинтеллектуальных умений, обладающих свойством переноса (анализ, синтез, классификация, оценивание, абстрагирование, моделирование, выделение главного, формулирование проблем).

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	О множестве типов котлов.
2	О методах сжигания органического топлива.
3	Об общих вопросах гидродинамики котлов.
4	О надежности и экономичности работы поверхностей нагрева.
5	О каркасе, обмуровке, трубопроводах и арматуре.
знать	
6	Органическое топливо (виды, характеристики, особенности, классификацию).
7	Продукты сгорания топлива (расход воздуха на горение, объемы продуктов сгорания, энтальпия продуктов сгорания).
8	Тепловой баланс и КПД парового котла.
9	Закономерности теплообмена в топочной камере.
10	Закономерности теплообмена в полурadiaционных и конвективных поверхностях нагрева.
11	Способы подготовки твердого топлива к сжиганию.
12	Устройства (горелки) для сжигания твердых топлив и их расположение.
13	Способы подготовки мазута и газа к сжиганию, устройства для их сжигания.
14	Методику аэродинамического расчета воздушного и газового трактов, выбор дымососов и вентиляторов. типы вентиляторов и дымососов.
15	Закономерности естественной и принудительной циркуляции, ее надежность, разерка и неравномерности в поверхностях нагрева, температурный режим.
16	методы получения чистого пара и поддержания чистоты поверхностей нагрева.
17	Требования к эксплуатации паровых котлов.
уметь	
18	Выполнять расчеты по топливу, теплообмену в топке, поверочный расчет котла.
19	Выполнять чертежи общих видов котлов.
20	пользоваться технической документацией, нормативными материалами, публикациями и другими источниками по котельной тематике.

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 5		
Модуль: Общее ознакомление с паровыми котлами.		
Дидактическая единица: Общее ознакомление с		

паровыми котлами.		
Схема котельной установки. Классификация паровых котлов.	1	1
Модуль: Энергетическое органическое топливо.		
Дидактическая единица: Энергетическое органическое топливо.		
Виды органического топлива. Элементарный состав топлива. Характеристики топлива. Приведённые характеристики топлива. Выход летучих и кокса. Твердость топлива и коэффициент размолоспособности. Особенности и классификация энергетических топлив.	1	6
Семестр: 6		
Модуль: Продукты сгорания топлива.		
Дидактическая единица: Продукты сгорания топлива.		
Теоретический расход воздуха на горение. Теоретические объёмы продуктов сгорания. Действительные объёмы продуктов сгорания. Энтальпия продуктов сгорания и воздуха.	1	7
Модуль: Тепловой баланс и КПД парового котла.		
Дидактическая единица: Тепловой баланс и КПД парового котла.		
Тепловой баланс парового котла. Тепловые потери парового котла. Коэффициент полезного действия и расход топлива.	1	8
Модуль: Методы сжигания органического топлива.		
Дидактическая единица: Методы сжигания органического топлива.		
Слоевое сжигание. Беспровальные цепные решётки. Камерное сжигание. Низкотемпературное сжигание. Сжигание в кипящем слое.	1	2
Модуль: Теплообмен в топочной камере.		
Дидактическая единица: Теплообмен в топочной камере.		
Методы расчёта теплообмена в топочной камере. Геометрические и оптические характеристики топочных камер. Основные аналитические зависимости теплообмена излучением в топочной камере. Позонные методы расчета (подход).	1	9
Модуль: Теплообмен в полурадиационных и конвективных поверхностях нагрева.		
Дидактическая единица: Теплообмен в полурадиационных и конвективных поверхностях нагрева.		

Система уравнений энергии по газам и рабочему телу при теплообмене. Геометрические характеристики поверхностей нагрева. Скорость газов и рабочего тела. Коэффициент теплопередачи.	1	10
Модуль: Подготовка твердого топлива к сжиганию.		
Дидактическая единица: Подготовка твердого топлива к сжиганию.		
Тракт топливоподачи. Системы пылеприготовления. Угольная пыль и её свойства. Углеразмольные мельницы. Сепараторы пыли.	1	11
Модуль: Пылевидное сжигание твердых топлив.		
Дидактическая единица: Пылевидное сжигание твердых топлив.		
Пылеугольные горелки. Вихревые горелки. Прямоточные горелки. Расположение горелок в топочной камере.	1	12, 2
Модуль: Газомазутные топки.		
Дидактическая единица: Газомазутные топки.		
Газомазутные топки. Комбинированные горелки. Загрязнение поверхностей нагрева при сжигании сернистых мазутов. Подготовка газа и мазута к сжиганию.	1	13
Модуль: Газодинамика воздушного и газового трактов.		
Дидактическая единица: Газодинамика воздушного и газового трактов.		
Аэродинамический расчёт котельных установок. Группы сопротивлений по газовоздушному тракту. Выбор дымососов и вентиляторов. Вентиляторы и дымососы для котельных установок.	1	14
Модуль: Общие вопросы гидродинамики котлов.		
Дидактическая единица: Общие вопросы гидродинамики котлов.		
Движение нагреваемой среды в трубах. Характеристика двухфазного потока. Структура потока пароводяной смеси. Скорость пароводяной смеси. Паросодержание. Потери давления при движении пароводяной смеси.	1	15
Семестр: 7		
Модуль: Гидродинамика пароводяной смеси в агрегатах с естественной циркуляцией.		
Дидактическая единица: Гидродинамика пароводяной смеси в агрегатах с естественной циркуляцией.		
Принцип естественной циркуляции. Надёжность	2	15, 3

работы контуров естественной циркуляции.		
Модуль: Принудительное движение рабочей среды в системах с параллельно включенными трубами.		
Дидактическая единица: Принудительное движение рабочей среды в системе параллельных труб.		
Принудительное движение воды и пара в трубах энергетических котлов. Особенности движения среды в системе труб при сверхкритическом давлении. Разверка и неравномерности в поверхностях нагрева. Пульсации пароводяного потока. Гидравлические схемы пароперегревателей. Влияние тепловых разверок на работу пароперегревателей. Температурный режим поверхностей нагрева.	2	15
Модуль: Металлы и прочность элементов паровых котлов.		
Дидактическая единица: Металлы и прочность элементов паровых котлов.		
Особенности работы металла в паровых котлах. Стали используемые в котлостроении. Расчёты прочности основных элементов котла.	2	4
Модуль: Надежность и экономичность работы поверхностей нагрева.		
Дидактическая единица: Надежность и экономичность работы поверхностей нагрева.		
Загрязнение поверхностей нагрева (наружные загрязнения, внутренние загрязнения); Коррозия (коррозия поверхностей нагрева со стороны рабочей среды, коррозия поверхностей нагрева со стороны газов); Эрозия; Очистка поверхностей нагрева от наружных отложений.	2	4
Модуль: Методы получения чистого пара и поддержания чистоты поверхностей нагрева.		
Дидактическая единица: Методы получения чистого пара и поддержания чистоты поверхностей нагрева.		
Водный режим. Поведение примесей в рабочей среде; Требования к качеству питательной воды и пара; Методы вывода примесей из цикла. Баланс примесей и продувка; Водный режим барабанных котлов; Водный режим прямоточных котлов; Методы получения чистого пара; Сепарация пара.	2	16

Модуль: Каркас, обмуровка, трубопроводы и арматура.		
Дидактическая единица: Каркас и обмуровка парового котла.		
Каркас и обмуровка парового котла. Трубопроводы (классификация, гидравлический расчёт). Пароводяная арматура.	1	5
Модуль: Эксплуатация паровых котлов.		
Дидактическая единица: Эксплуатация паровых котлов.		
Режим работы котлов, режимная карта, показатели эксплуатации. Состояние паровых котлов в эксплуатации. Пуск парового котла в работу. Пуск котла с естественной циркуляцией при работе на общие паропроводы. Пуск барабанных и прямоточных котлов энергоблоков. Обслуживание парового котла во время работы. Методы эксплуатационного контроля избытков воздуха. Технология регулирования топочных устройств. Останов парового котла.	1	17

Практические занятия

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 7			
Модуль: Продукты сгорания топлива.			
Дидактическая единица: Продукты сгорания топлива.			
Продукты сгорания топлива.	Выполняются расчеты: теоретический расход воздуха на котел, теоретические объемы продуктов сгорания, действительные объемы продуктов сгорания, энтальпия продуктов сгорания.	1	1, 2, 3, 6, 7
Модуль: Тепловой баланс и КПД парового котла.			
Дидактическая единица: Тепловой баланс и КПД парового котла.			
Тепловой баланс и КПД парового котла.	Выполняются расчеты: тепловой баланс парового котла, тепловые потери парового котла, КПД парового котла, расход	0,5	8

	топлива.		
Модуль: Теплообмен в топочной камере.			
Дидактическая единица: Теплообмен в топочной камере.			
Геометрические характеристики топочных камер.	Определение конструктивных характеристик топочной камеры.	0,5	9
Тепловые характеристики топочных камер.	Определение тепловых характеристик топочной камеры: количества теплоты, вносимой в топку с воздухом; полезного тепловыделения в топке; адиабатической температуры продуктов сгорания; коэффициентов эффективности экранов и топки.	0,5	9
Модуль: Теплообмен в полурadioционных и конвективных поверхностях нагрева.			
Дидактическая единица: Теплообмен в полурadioционных и конвективных поверхностях нагрева.			
Поверочно- конструкторский расчет пароперегревателя и хвостовых поверхностей нагрева.	Определение тепловосприятий пароперегревателя, экономайзера, воздухоподогревателя и сведение теплового баланса парового котла. Определение: конструктивных характеристик пароперегревателя, экономайзера и воздухоподогревателя.	1	10
Модуль: Газодинамика воздушного и газового трактов.			
Дидактическая единица: Газодинамика воздушного и газового трактов.			
Газодинамика воздушного и газового трактов.	Определяется расход воздуха и газов для конкретного котла в	0,5	14

	соответствии с заданием, которое формируется на основе двух таблиц- по типам котлов и характеристикам топлив.		
--	---	--	--

Лабораторная работа

Таблица 4.3

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 7			
Модуль: Энергетическое органическое топливо.			
Дидактическая единица: Энергетическое органическое топливо.			
Входной контроль качества топлива.	Отбор проб топлива на анализ. Подготовка топлива к анализу.	0,5	6
Технический и полный анализ топлива.	Определение влаги рабочей и аналитической, зольности, выхода летучих, теплоты сгорания, определение водорода и углерода, азота и серы.	0,5	6
Анализ минеральной части топлива.	Определение химического состава и температурных характеристик золы.	0,5	6
Модуль: Подготовка твердого топлива к сжиганию.			
Дидактическая единица: Подготовка твердого топлива к сжиганию.			
Определение гранулометрического состава пыли.	Определение тонкости помола пыли с помощью ситового анализа путем взвешивания исходной пробы и остатков на соответствующих ситах.	1	11
Модуль: Продукты сгорания топлива.			
Дидактическая единица: Продукты сгорания топлива.			
Анализ дымовых газов.	Определение состава дымовых газов на	0,5	7

	основе вольюметрических методов с помощью аппаратов ОРСА и ВТИ-2.		
Модуль: Газодинамика воздушного и газового трактов.			
Дидактическая единица: Газодинамика воздушного и газового трактов.			
Аэродинамические характеристики воздушного и газового трактов.	Освоение методики измерения давления с помощью первичных датчиков и вторичных приборов, измерение скорости и расходов, измерение сопротивлений различных участков газового и воздушного трактов.	0,5	14
Приборы для измерения параметров.	Изучение принципа действия и конструкции приборов для измерения давлений, скоростей, расходов воздуха и газов, а также анализа состава газов.	0,5	14

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 6, Контрольные работы

Студенты выполняют 4 контрольные работы (28 часов)

Семестр- 6, Подготовка к экзамену

Собеседование в рамках консультации по дисциплине в виде ответов преподавателя на вопросы - 4 часа.

Семестр- 6, Подготовка к занятиям

Работа с материалами лекций, учебной и методической литературой (50 часов)

Семестр- 7, Подготовка к зачету

Подготовка к зачету включает работу с учебной литературой и материалами лекций (24 часа).

Семестр- 7, Курсовой проект

Модули 1,2,3,4,5,6,7,8,9 - Курсовой проект выполняется в 7-м семестре по "Методике теплового расчета паровых котлов". Автор

Баранов В.Н. (цели 1,2,6-11.18-20).

На выполнение курсового проекта требуется 20 часов.

Семестр- 7, Подготовка к экзамену

Собеседование в рамках консультации по дисциплине в виде ответов преподавателя на вопросы в объеме 8 часов.

Семестр- 7, Подготовка к занятиям

Решают задачи по наиболее важным разделам дисциплины, выполняют по 3-4 контрольные работы (30 часов)

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине
Система оценок по курсу "Котельные установки и парогенераторы".

15-ти балльная система

F (0-24) ; FX (25-49); E(50-59);

D- D D+(60-69); C- C C+(70-79); B- B B+(80-89); A- A A+(90-100)

5-ти балльная система

Неуд.(0-49); Удовл.(50-59); Хорошо(60-79); Отлично (80-100).

100-балльная переходная система

6-й семестр

Лекции (15 баллов); лабораторные работы №№1-7(по 3 балла)-21 балл;

практика №№1-3(по 3 балла)-9 баллов; РГЗ (15 баллов); экзамен (40 баллов).

Минимально допустимый балл (удовлетворительно).

Лекции (10 баллов); лабораторные работы №№1-7(по 1 баллу)- 7 баллов;

практика №№1-3 (по 3 балла)- 9 баллов; РГЗ (10 баллов); экзамен (14 баллов).

7-й семестр

Лекции (20 баллов); практика №№1-2 (20 баллов); РГЗ (20 баллов).

Экзамен - 40 баллов

Минимально допустимый балл (удовлетворительно).

Лекции (10 баллов); практика №№ 1-2(10 баллов); РГЗ (10 баллов).

Экзамен - 20 баллов.

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Баранов В. Н. Методика теплового расчета паровых котлов : учебное пособие / В. Н. Баранов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 137 с. : ил., табл.
2. Липов Ю. М. Котельные установки и парогенераторы : учебник по специальности 1005 "Тепловые и электрические станции" / Ю. М. Липов, Ю. М. Третьяков. - М. ;, 2006. - 591 с. : ил. - Рекомендовано МО.

В электронном виде

1. Баранов В. Н. Методика теплового расчета паровых котлов : учебное пособие / В. Н. Баранов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 137 с. : ил., табл.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/baranov.pdf>

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Цвынар Л. Пуск паровых котлов / Л. Цвынар ; пер. с польск. Ю. Б. Воронова. - М., 1981. - 311, [1] с. : ил., табл.
2. Доброхотов В. И. Эксплуатация энергетических блоков / В. И. Доброхотов, Г. В. Жгулев. - М., 1987. - 253, [2] с. : ил., табл.
3. Ковалев А. П. Парогенераторы : учебник для вузов / Ковалев А. П., Лелеев Н. С., Виленский Т. В. ; под общей ред. А. П. Ковалева. - М., 1985. - 376 с. : ил., схемы - Рекомендовано МО.
4. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод) / [Н. В. Кузнецов и др.] ; под ред. Н. В. Кузнецова ; Центр. науч.-исслед. и проект.-конструкт. котлотурбинный ин-т им. И. И. Ползунова, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т им. Ф. Э. Дзержинского. - М., 1973. - 295 с. : ил., табл.
5. Гидравлический расчет котельных агрегатов (нормативный метод) / под ред. В. А. Локшина, Д. Ф. Петерсона, А. Л. Шварца. - М., 1978. - 255, [1] с.
6. Сидельковский Л. Н. Котельные установки промышленных предприятий : Учеб. для вузов по спец. "Пром. теплоэнергетика". - М., 1988. - 527с. : ил.

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Котельные установки : методические указания по расчетно-графической работе для дневной и заочной форм обучения, программа для заочников специальности "Тепловые электрические станции" 140101 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Н. Баранов]. - Новосибирск, 2007. - 27, [1] с. : табл.

В электронном виде

1. Котельные установки : методические указания по расчетно-графической работе для дневной и заочной форм обучения, программа для заочников специальности "Тепловые электрические станции" 140101 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Н. Баранов]. - Новосибирск, 2007. - 27, [1] с. : табл.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3387.rar>

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

Примеры вопросов тестов.

Энергетические топлива делятся на группы. Выбрать правильный ответ:

- твердые, жидкие, коллоидные;
- твердые, пластические, кристаллические;
- твердые, коллоидные, кристаллические;
- твердые, жидкие, газообразные;
- твердые, коллоидные, газообразные.

Массу вещества топлива условно характеризуют как:

(выбрать правильный ответ)

рабочую, аналитическую, гигроскопическую, горючую, органическую;

- рабочую, аналитическую, сухую, неорганическую;
- рабочую, гигроскопическую, сухую, горючую, минеральную;
- рабочую, аналитическую, сухую, горючую, органическую
- рабочую, аналитическую, сухую, горючую, минеральную.