

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

Лейфа А.В. Лейфа

16 мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ПАРОГЕНЕРАТОРЫ»

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) образовательной программы – Энергообеспечение
предприятий

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 3 Семестр 6

Экзамен 6 сем

Общая трудоемкость дисциплины 180.0 (академ. час), 5.00 (з.е)

Составитель Ю.В. Хондошко, старший преподаватель,

Энергетический факультет

Кафедра энергетики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.18 № 143

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики

01.02.2024 г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Савина Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

16 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Савина Н.В. Савина

16 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

16 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

16 мая 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Приобретение знаний о физико-химических процессах сжигания органических топлив; процессах, протекающих в газоздушном и пароводяном трактах котельных агрегатов; процессах теплообмена в топке и поверхностях нагрева. В тесной связи с этими процессами рассматриваются схемы и конструктивные решения котельных агрегатов и вспомогательного оборудования, а также определение основных показателей работы котельного агрегата.

Задачи дисциплины:

Приобретение студентами знаний в области конструкций и эксплуатации котлов разных типов: паровых котлов с естественной циркуляцией, прямоточных и с многократной принудительной циркуляцией, водогрейных и пароводогрейных котлов, котлов-утилизаторов; создание фундамента для усвоения профилирующих дисциплин специальности; развитие навыков и умения творческого использования знаний при решении конкретных задач в области теплоэнергетики.

2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» входит в Блок 1, в часть формируемую участниками образовательных отношений. Для освоения данной дисциплины необходимо иметь знания в области химии, тепломассообмена, материаловедения и технологии конструкционных материалов.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1 - Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-1.ПК-1 - Выполняет сбор и анализ данных для расчета и проектирования объектов профессиональной деятельности; ИД-1.ПК-2 - Выполняет специальные расчеты для проектирования ОПД по типовым методикам; ИД-1.ПК-3 - Осуществляет технико-экономическое обоснование проектных решений при проектировании объектов профессиональной деятельности; ИД-1.ПК-4 - Участвует в подготовке проектной документации по ОПД или их отдельных узлов и элементов.
ПК-2 - Способен разрабатывать схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства	ИД-1.ПК-2 - Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства; ИД-2.ПК-2 - Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД.
ПК-3 - Способен определять параметры оборудования, рассчитывать режимы работы	ИД-1.ПК-3 - Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности, учитывая технические ограничения и требования по

объектов профессиональной деятельности	экологической безопасности; ИД-2.ПК-3 - Рассчитывает, обеспечивает и управляет режимами объектов профессиональной деятельности
ПК-4 - Способен участвовать в эксплуатации и организации ремонта объектов профессиональной деятельности	ИД-4.ПК-4 - Выполняет организационное и техническое обеспечение полного цикла или отдельных стадий эксплуатации объектов профессиональной деятельности; ИД-6.ПК-4 - Обеспечивает соблюдение экологической безопасности ОПД и планирует экозащитные мероприятия

4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 5.00 зачетных единицы, 180.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) учебного предмета, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Топливо и его классификация	6	2		4								2	Входной контроль
2	Происхождение и химический состав топлива.	6	4		6								4	Контрольная работа
3	Теплота сгорания топлива	6	2		4								2	Контрольная работа
4	Количество и состав минеральных примесей	6	4		6								4	Контрольная работа
5	Влага топлива	6	2		4								4	Контрольная работа

6	Основы теории горения	6	4		6							4	Контрольная работа
7	Топочные и горелочные устройства	6	4		6			1				6	Контрольная работа
8	Системы пылеприготовления	6	4		6			1				6	Контрольная работа
9	Котлоагрегаты	6	6		6			1				6	Контрольная работа
10	Курсовой проект	6						3				23	Защита курсового проекта
11	Экзамен	6								0.3	35.7		
	Итого			32.0	48.0	0.0	6.0	0.0	0.3	35.7	61.0		

5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Топливо и его классификация	Виды топлива и его состав. Технические характеристики твердых топлив, мазута и природных газов.
2	Происхождение и химический состав топлива.	Топливо- энергетический комплекс (ТЭК), топливо- энергетический баланс России и мира, перспективы развития. Основные месторождения угля, нефти и газа в России. Запасы органических ископаемых, перспективы их использования. Химический состав топлива.
3	Теплота сгорания топлива	Методы определения количества теплоты, выделяющейся при полном сгорании единицы, топлива.
4	Количество и состав минеральных примесей	Технические характеристики твердых топлив, мазута и природных газов.
5	Влага топлива	Характеристики влаги, содержащейся в топливе. Способы ее удаления. Влияние влаги на работу котельной установки.
6	Основы теории горения	Характеристики угольной пыли. Подготовка к сжиганию мазута и природного газа. Состав продуктов сгорания. Топочные процессы.
7	Топочные и горелочные устройства	Классификация топок для сжигания топлив. Сжигание твердого топлива в слое. Особенности сжигания твердого топлива в пылевидном состоянии. Организация сжигания природного газа. Теплообмен в топке. Теплообмен в конвективных поверхностях нагрева.
8	Системы пылеприготовления	Системы подготовки топлива: центральные и индивидуальные; с прямым вдуванием и с промбункером для различных типов мельниц. Сушка топлива горячим воздухом. Схемы пылеприготовления замкнутые и разомкнутые.

		Газовая сушка топлива. Достоинства и недостатки, перспективы использования. Особенности схем пылеприготовления для взрывоопасных углей. Элементы систем пылеприготовления.
9	Котлоагрегаты	Типы котлов. Каркас котла. Назначение обмуровки и требования к ней. Конструкция обмуровки. Условия работы металла. Металл элементов котла. Абразивный износ. Высокотемпературная и низкотемпературная коррозия наружных поверхностей нагрева. Коррозия металла внутренних поверхностей нагрева. Загрязнение и очистка поверхностей нагрева.

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Классификация топлива	Определение основных характеристик и показателей топлива.
Происхождение и химический состав топлива	Изучение химического состава топлива.
Теплота сгорания топлива	Определение теплоты сгорания различных видов топлива.
Количество и состав минеральных примесей	Определение состава минеральных примесей в различных видах топлива
Влага топлива	Изучение способов удаления влаги из топлива.
Процесс горения	Определение основных факторов для возникновения реакции горения. Способы интенсификации процесса горения в топке котла
Коэффициент избытка воздуха	Определение коэффициента избытка воздуха по газовому анализу продуктов сгорания
Системы пылеприготовления	Изучение характеристик и показателей различных систем пылеприготовления
Тепловые потери котла	Определение тепловых потерь котлов различной компоновки.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Топливо и его классификация	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, тесту.	2
2	Происхождение и химический состав топлива.	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, тесту.	4
3	Теплота сгорания топлива	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, тесту.	2
4	Количество и состав минеральных	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, тесту.	4

	примесей		
5	Влага топлива	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, тесту.	4
6	Основы теории горения	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, тесту.	4
7	Топочные и горелочные устройства	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, тесту.	6
8	Системы пылеприготовления	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, тесту.	6
9	Котлоагрегаты	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, тесту.	6
10	Курсовой проект	При выполнении курсового проекта закрепляются и углубляются знания, полученные при изучении, курса по котельным установкам и приобретаются навыки в расчете и конструировании паровых котлов с использованием нормативных материалов, учебной и справочной литературы. За основу проекта принимается один из котлов, серийно выпускаемых отечественными котлостроительными заводами, применяемых в промышленных теплоэнергетических установках.	23

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются и компьютерные технологии, привлечение мультимедийной техники и интерактивной доски, технологии активного обучения, проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: проблемные ситуации, компьютерные симуляции.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя: консультации и помощь при выполнении задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку, индивидуальную работу студента, в том числе в компьютерном классе ЭФ или в библиотеке.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, индивидуальные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а так же методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств.

Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену:

1. Проблемы энергетики в настоящее время. Технологическая схема получения пара на ТЭС.
2. Пароводяной и газоздушный тракты барабанного парогенератора, конструктивное оформление, достоинства и недостатки.
3. Пароводяной и газоздушный тракты прямоточного парогенератора, конструктивное оформление, достоинства и недостатки.

4. Котлы с многократной принудительной циркуляцией достоинства и недостатки их, конструктивное оформление.
5. Классификация котлоагрегатов.
6. Температуры греющей и нагреваемой среды по газоходам котла, назначение отдельных элементов котла, их конструкция, крепление, расчет (экраны и др. поверхности нагрева).
7. Компоновка котлов; влияние состава минеральной части топлива на выбор компоновки.
8. Материальный баланс процесса горения в котле. Определение теоретических объемов воздуха и продуктов сгорания.
9. Энтальпия воздуха, золы и газов.
10. Классификация топочных устройств.
11. Типы и классификация слоевых топок, принципиальные схемы, достоинства и недостатки.
12. Типы и классификация камерных топок, принципиальные схемы, достоинства и недостатки.
13. Типы компоновок котлов: П и Т-образные компоновки, достоинства и недостатки.
14. Г-образная, башенная и другие компоновки котлов (N-образная, сомкнутая, многоходовая) их достоинства и недостатки.
15. Основные расчетные характеристики камерных топок, для различных типов топлив.
16. Классификация камерных топок.
17. Топки с жидким шлакоудалением, достоинства и недостатки.
18. Шлакование топок и методы его предотвращения. Мероприятия по организации бесшлаковочного режима.
19. Механизм образования шлаковых отложений (первичных и вторичных). Мероприятия по снижению температуры в зоне горения.
20. КПД котла нетто и брутто. Определение полного и расчетного расхода топлива.
21. Особенности теплообмена в топке. Понятие теоретической температуры горения топлива в топке; лучистой поверхности нагрева; максимальной температуры газов и температуры на выходе из топки.
22. Мероприятия по предотвращению золового износа конвективных поверхностей нагрева.

Задание на курсовой проект выдается каждому студенту инди-видуально.

В задании указываются следующие исходные данные:

- тип котельного агрегата;
- номинальная паропроизводительность;
- * параметры вырабатываемого пара (давление и температура);
- температура питательной воды;
- месторождение и марка органического топлива.

Все остальные данные, необходимые для разработки проекта, студент выбирает или рассчитывает самостоятельно, пользуясь чертежами котла, а также учебной и справочной литературой.

Графическая часть курсового проекта состоит из одного или двух листов, чертежей, выполненных карандашом или на компьютере с помощью графопостроителя на формате А1. На чертежах должен быть представлен общий вид котлоагрегата продольным и поперечным разрезами. Поперечный разрез рекомендуется делать совмещенным по топочной камере и конвективному газоходу. В случае необходимости (например, котлы КЕ и ДЕ с разворотом газов в горизонтальной плоскости) выполняется также горизонтальный разрез по сечению, наиболее характерному для рассматриваемого парового котла,

На чертежах должны быть проставлены основные размеры агрегата в целом и отдельных узлов. Размеров должно быть достаточно, что-бы проверить расчет живых, сечений для прохода газов и воздуха, а также размеров любой поверхности нагрева котлоагрегата.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

а) литература

1. Барочкин, Е. В. Котельные установки : учебное пособие / Е. В. Барочкин, В. Н. Виноградов, А. Е. Барочкин ; под редакцией Е. В. Барочкина. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 440 с. — ISBN 978-5-9729-0691-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/114924.html> (дата обращения: 26.04.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Бойко, Е. А. Котельные установки : учебное пособие / Е. А. Бойко. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 668 с. — ISBN 978-5-9729-0744-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115234.html> (дата обращения: 26.04.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Елистратов, С. Л. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 148 с. — ISBN 978-5-9729-0554-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115237.html> (дата обращения: 26.04.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
2	ЭБС IPRbooks http://www.iprbookshop.ru/	Электронно- библиотечная система IPRbooks — научно- образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
3	ЭБС ЮРАЙТ https://urait.ru	Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно- аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
2	https://www.gis-tek.ru/	ГИС ТЭК – федеральная государственная информационная система, содержащая информацию о состоянии и прогнозе развития топливно-

10. МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Занятия по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» проводятся в специализированных помещениях, представляющих собой аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно- библиотечным системам и к электронной информационно- образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду университета.

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

В качестве материально- технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, интерактивная доска. Материал лекций представлен в виде презентаций.

ПРИЛОЖЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

В соответствии с учебным планом для заочной формы обучения предусмотрено

Экзамен	8 сем,	9.0 акад. часа
Лекции	10.0	(акад. часа)
Практические занятия	8.0	(акад. часа)
Лабораторные работы	0.0	(акад. часа)
ИКР	3.0	(акад. часа)
Самостоятельная работа	150.0	(акад. часа)

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 180.0 (акад. часа), 5.00 (з.е.)

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Тема (раздел) учебного предмета, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация	С е м е с т р	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)						Контроль (в академических часах)	Самостоятельная работа (в академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ПЗ	ЛР	ИКР	КТО	КЭ			
1	Топливо и его классификация	8	0.5							6	Входной контроль
2	Происхождение и химический состав топлива.	8	0.5							6	Контрольная работа
3	Теплота сгорания топлива	8	0.5							6	Контрольная работа
4	Количество и состав минеральных примесей	8	1	1						8	Контрольная работа
5	Влага топлива	8	0.5	1						10	Контрольная работа
6	Основы теории горения	8	1	2						14	Контрольная работа
7	Топочные и горелочные устройства	8	2	1						12	Контрольная работа
8	Системы пылеприготовления	8	2	1						12	Контрольная работа
9	Котлоагрегаты	8	2	2						12	Контрольная работа
10	Курсовой проект	8				3				64	Защита курсового проекта
11	Экзамен	8						0.3	8.7		
	Итого		10.0	8.0	0.0	3.0	0.0	0.3	8.7	150.0	

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№	Наименование темы	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость
---	-------------------	---------------------------	--------------

п/п	(раздела)		В академических часах
1	Топливо и его классификация	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, выполнение курсового проекта.	6
2	Происхождение и химический состав топлива.	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, выполнение курсового проекта.	6
3	Теплота сгорания топлива	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, выполнение курсового проекта.	6
4	Количество и состав минеральных примесей	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, выполнение курсового проекта.	8
5	Влага топлива	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, выполнение курсового проекта.	10
6	Основы теории горения	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, выполнение курсового проекта.	14
7	Топочные и горелочные устройства	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, выполнение курсового проекта.	12
8	Системы пылеприготовления	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, выполнение курсового проекта.	12
9	Котлоагрегаты	Подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, выполнение курсового проекта.	12
10	Курсовой проект	При выполнении курсового проекта закрепляются и углубляются знания, полученные при изучении, курса по котельным установкам и приобретаются навыки в расчете и конструировании паровых котлов с использованием нормативных материалов, учебной и справочной литературы. За основу проекта принимается один из котлов, серийно выпускаемых отечественными котлостроительными заводами, применяемых в промышленных теплоэнергетических установках.	64