

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Кафедра тепловых
электрических станций
(ТеЭн_ТЭФ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кафедра тепловых электрических
станций (ТеЭн_ТЭФ)

наименование кафедры

д.т.н., профессор Бойко Е.А.

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
М7 ОТРАСЛЕВОЙ МОДУЛЬ
КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ**

Дисциплина Б1.В.05.01 М7 ОТРАСЛЕВОЙ МОДУЛЬ
Котельные установки

Направление подготовки /
специальность

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

130000 «ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

13.03.01.30 Теплоэнергетика и теплотехника

Программу
составили _____

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является приобретение общепрофессиональных и специальных профессиональных компетенций, необходимых при проектировании, монтаже, ремонте, наладке и эксплуатации паровых котельных агрегатов тепловых и промышленных электростанций, работающих на органических топливах. Данная дисциплина занимает значительное место в системе подготовки бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника».

1.2 Задачи изучения дисциплины

К задачам настоящей дисциплины относится научить студента:

- творчески применять полученные теоретические знания к решению конкретных инженерных задач;
- ознакомление с особенностями технологических процессов, протекающих в топливном, пароводяном и газоздушном трактах котельных установок;
- ознакомление с конструкцией и принципом работы котельных агрегатов тепловых и промышленных электростанций и их вспомогательного оборудования;
- ознакомление с этапами и принципами проектирования котельного оборудования;
- приобретение навыков анализа поставленной задачи с целью определения состава и структуры данных, ограничений на них и выбор способа решения, возникающих при проектировании и эксплуатации котельных установок;
- ознакомление с современными инженерными методиками, положенными в основу расчета котельных установок;
- приобретение навыков по управлению технологическими процессами котельных установок тепловых электростанций;
- приобретение навыков использования специальной литературы, справочников, каталогов, стандартов, руководящих указаний, правил и норм.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ПК-1:Способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для

проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией
ПК-2:Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием
ПК-4:Способность разрабатывать схемы размещения ОПД в соответствии с технологией производства
ПК-6:Готовность обеспечивать экологическую безопасность ОПД и разрабатывать экозащитные мероприятия

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Для изучения данной дисциплины студентам необходимы знания методов математического моделирования, теоретических основ, тепломассообмена, теоретических основ проектирования теплоэнергетического оборудования, гидрогазодинамики, тепловых измерений и автоматики, топливнотранспортного хозяйства и систем золошлакоудаления на ТЭС.

Данная дисциплина является основой для изучения предметов: тепловые и промышленные электрические станции, охрана окружающей среды, физико-химические основы водоподготовки, основы эксплуатации теплоэнергетического оборудования.

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

С частичным использованием ЭО. <https://e.sfu-kras.ru>

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр		
		4	5	6
Общая трудоемкость дисциплины	10 (360)	3 (108)	3,5 (126)	3,5 (126)
Контактная работа с преподавателем:	4,89 (176)	2 (72)	2 (72)	0,89 (32)
занятия лекционного типа	2 (72)	1 (36)	1 (36)	
занятия семинарского типа				
в том числе: семинары				
практические занятия				
практикумы				
лабораторные работы	2,89 (104)	1 (36)	1 (36)	0,89 (32)
другие виды контактной работы				
в том числе: групповые консультации				
индивидуальные консультации				
иная внеаудиторная контактная работа:				
групповые занятия				
индивидуальные занятия				
Самостоятельная работа обучающихся:	4,11 (148)	1 (36)	0,5 (18)	2,61 (94)
изучение теоретического курса (ТО)				
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)				
реферат, эссе (Р)				
курсовое проектирование (КП)	Да	Нет	Нет	Да
курсовая работа (КР)	Нет	Нет	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)	1 (36)		1 (36)	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	1. Основные определения, классификация и типы паровых котлов. Энергетическое топливо и материальный баланс его горения	18	0	36	18	
2	2. Тепловой баланс и КПД парового котла. Подготовка топлива к сжиганию. Теория горения и топочных процессов	18	0	0	18	

3	3.Тепловые и конструкционные характеристики поверхностей нагрева паровых котлов. Гидродинамика, температурный и водно-химический режим работы поверхностей нагрева. Тепловой расчет котла	18	0	0	18	
4	4.Металлы и прочность элементов парового котла. Трубопроводы, арматура и гарнитура. Вспомогательное оборудование котельной установки. Эксплуатация паровых котлов	18	0	14	0	
5	5.Комплексный проект котельного агрегата	0	0	54	94	
Всего		72	0	104	148	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Введение. История и перспективы развития котлостроения	4	0	0
2	1	Основные определения, классификация и типы паровых котлов	4	0	0
3	1	Энергетическое топливо	4	0	0

4	1	Материальные балансы процесса горения топлива	6	0	0
5	2	Тепловой баланс и КПД котельного агрегата	4	0	0
6	2	Подготовка топлива к сжиганию	6	0	0
7	2	Теоретические основы горения топлива и топочных процессов	4	0	0
8	2	Способы сжигания органического топлива	4	0	0
9	3	Гидродинамика и температурный режим поверхностей нагрева	4	0	0
10	3	Водный режим котельных агрегатов	2	0	0
11	3	Испарительные поверхности нагрева паровых котлов	4	0	0
12	3	Пароперегреватели. Регулирование температуры перегретого пара	4	0	0
13	3	Низкотемпературные поверхности нагрева	4	0	0
14	4	Металлы и прочность элементов паровых котлов	2	0	0
15	4	Трубопроводы, арматура и гарнитура котла	2	0	0
16	4	Газовоздушный тракт и его оборудование	2	0	0
17	4	Защита поверхностей нагрева от загрязнений	2	0	0
18	4	Каркас и обмуровка котлов	2	0	0
19	4	Тепловая схема котла	2	0	0
20	4	Конструкции паровых котлов	2	0	0
21	4	Эксплуатация паровых котлов	2	0	0
22	4	Экспресс-испытания паровых котлов	2	0	0
Итого			72	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Инструктаж на рабочем месте . Выполняются ознакомление студентов с рабочими местами, спецификой и особенностями выполнения лабораторных работ с указанием конкретных рекомендаций по соблюдению техники безопасности.	4	0	0
2	1	Определение влажности твердого органического топлива. С помощью ускоренного метода сушки выполняется анализ топлива с использованием сушильного шкафа, весов, эксикатора на содержание аналитической влаги с последующим пересчетом на рабочую массу топлива.	4	0	0
3	1	Определение выхода летучих веществ. С помощью стандартного метода выполняется определение выхода летучих веществ в навеске твердого топлива с использованием муфельной печи и весов.	4	0	0

4	1	<p>Определение зольности твердого органического топлива. Осуществляется ознакомление с ускоренным методом озоления топлива и выполняется определение зольность топлива на горючую и рабочую массу. Используется лабораторная установка с муфельной печью, весами и эксикатором.</p>	4	0	0
5	1	<p>Определение температуры вспышки и воспламенения нефтепродуктов. С помощью специального лабораторного прибора осуществляется определение температур вспышки и воспламенения нефтепродуктов по которым в последующем выполняется идентификация нефтепродукта.</p>	4	0	0
6	1	<p>Определение теплоты сгорания твердого органического топлива. Теплота сгорания определяется с помощью калориметрической бомбы посредством сжигания навески топлива. Далее теплота сгорания топлива пересчитывается на высшую и низшую теплоту сгорания топлива.</p>	6	0	0
7	1	<p>Определение условной вязкости нефтепродуктов. С помощью вискозиметра осуществляется определение условной вязкости нефтепродукта с последующим построением графической зависимости условной вязкости от температуры процесса.</p>	4	0	0

8	1	Газовый анализ продуктов сгорания органического топлива. С помощью газоанализаторов различной конструкции и принципа действия определяется состав продуктов сгорания спирта и выполняется расчет коэффициента избытка воздуха.	6	0	0
9	4	Натурные испытания действующего котельного агрегата ПК-10Ш на Красноярской ТЭЦ-1	14	0	0
10	5	Определение к.п.д. и расхода топлива на котел	6	0	0
11	5	Тепловой расчет системы пылеприготовления, выбор и расчет углеразмольных устройств	6	0	0
12	5	Конструкторский расчет горелочных устройств	4	0	0
13	5	Тепловой поверочный расчет топочной камеры котельного агрегата	6	0	0
14	5	Поверочный расчет радиационного пароперегревателя	4	0	0
15	5	Поверочный расчет полурadiационного (ширмового) пароперегревателя	4	0	0
16	5	Конструкторский расчет конвективного пароперегревателя	4	0	0
17	5	Конструкторский расчет водяного экономайзера	4	0	0
18	5	Конструкторский расчет воздухоподогревателя	4	0	0
19	5	Аэродинамический расчет газовоздушного тракта котла	4	0	0
20	5	Расчет контура естественной циркуляции	4	0	0
21	5	3D-проектирование и конструирование котельного агрегата	4	0	0
Итого			104	0	0

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Винтовкин А. А., Ладыгичев М. Г., Гусовский В. Л., Калинова Т. В.	Горелочные устройства промышленных печей и топок (конструкции и технические характеристики): справочник	Москва: Теплотехник, 2008
Л1.2	Дубровский В. А., Зубова М. В.	Энергосберегающие системы растопки и подсветки факела топочных камер котлов: монография	Красноярск: СФУ, 2012
Л1.3	Соколов Б. А.	Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по спец. "Промышленная теплоэнергетика", "Энергетика теплотехнологий"	Москва: Академия, 2011
Л1.4	Штым А. Н., Штым К. А., Дорогов Е. Ю.	Котельные установки с циклонными предтопками: монография	Владивосток: ДВФУ, 2012
Л1.5	Дубровский В. А., Зубова М. В.	Энергосберегающие системы растопки и подсветки факела топочных камер котлов: монография	Москва: Теплотехник, 2013
Л1.6	Эстеркин Р.И.	Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие	Санкт-Петербург: Интеграл, 2010
Л1.7	Бойко Е. А., Деринг И. С., Михайленко С. А.	Котельные установки и парогенераторы: учебное пособие для студентов вузов, по специальностям "Тепловые электрические станции", "Промышленная теплоэнергетика", "Энергетика теплотехнологий" направления подготовки специалистов "Теплоэнергетика"	Томск: Издательство ТПУ, 2009
Л1.8	Соколов Б.А.	Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности: учебное пособие для студентов вузов.; допущено УМО по образованию в области энергетики и электротехники	М.: Академия, 2008
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

Л2.1	Хзмаян Д. М.	Теория топочных процессов: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. "Котло- и реакторостроение"	Москва: Энергоатомиздат, 1990
Л2.2	Мочан С. И.	Аэродинамический расчет котельных установок: нормативный метод	Ленинград: Энергия, 1977
Л2.3	Липов Ю. М., Самойлов Ю. Ф., Виленский Т. В.	Компоновка и тепловой расчет парового котла: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по спец. "Тепловые электрические станции"	Москва: Энергоатомиздат, 1988
Л2.4	Ковалев А. П., Лелеев Н. С., Виленский Т. В., Ковалев А. П.	Парогенераторы: учебник для вузов	Москва: Энергоатомиздат, 1985
Л2.5	Резников М. И., Липов Ю. М.	Паровые котлы тепловых электростанций: учебник для студентов вузов, обуч. по спец. "Тепловые электрические станции"	Москва: Энергоиздат, 1981
Л2.6	Мейкляр М. В.	Паровые котлы электростанций	Москва: Энергия, 1974
Л2.7	Липов Ю. М., Третьяков Ю. М.	Котельные установки и парогенераторы: Учебник	Москва: Регулярная и хаотическая динамика, 2003
Л2.8	Росляков П. В., Ионкин И. Л., Закиров И. А., Егорова Л. Е., Бычков А. М., Ливинский А. П., Росляков П. В.	Контроль вредных выбросов ТЭС в атмосферу: учеб. пособие	Москва: МЭИ, 2004
Л2.9	Бойко Е.А., Деринг И.С., Охорзина Т. И.	Котельные установки и парогенераторы. Тепловой расчет парового котла: Учеб. пособие	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005
Л2.1 0	Ривкин С. Л., Александров А. А.	Теплофизические свойства воды и водяного пара	Москва: Энергия, 1980
Л2.1 1	Ривкин С.Л., Александров А.А.	Термодинамические свойства воды и водяного пара: Справочник. Рек. Гос. службой стандартных справочных данных	Москва: Энергоиздат, 1984
Л2.1 2	Мочан С.И.	Аэродинамический расчет котельных установок (нормативный метод)	Ленинград: Энергия, 1977
Л2.1 3		Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. РД 3420501-95	СПб.: "Деан", 2000

Л2.1 4	Бойко Е.А., Охорзина Т.И.	Котельные установки и парогенераторы. Конструкционные характеристики энергетических котельных агрегатов: Справочное пособие по курсовому и дипломному проектированию	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2004
Л2.1 5	Бойко Е.А., Деринг И.С., Охорзина Т.И.	Котельные установки и парогенераторы. Тепловой расчет парового котла: учеб. пособие	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Бойко Е.А., Баженов К.В., Грачев П.А.	Тепловые электрические станции. Паротурбинные энергетические установки ТЭС: справочное пособие	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006
Л3.2	Кудинов А. А., Зиганшина С. К.	Энергосбережение в котельных установках ТЭС и систем теплоснабжения: Монография	Москва: ООО "Научно- издательский центр ИНФРА- М", 2017

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Сибирский федеральный университет.	http://www.sfu-kras.ru
Э2	Энергетическое образование	http://www.energyed.ru
Э3	Информационно-аналитический портал российского союза инженеров.	http://www.российский-союз-инженеров.рф/
Э4	Уральская инженерная школа.	http://hse.edu.urfu.ru/ingener2/
Э5	Видеоканал «Вести.Ru: Энергетика».	http://www.vesti.ru/videos?cid=1219
Э6	РОССТАНДАРТ Федеральное агентство по техническому регули- рованию и метрологии.	http://www.gost.ru/wps/portal/

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Видами самостоятельной работы студентов является изучение теоретического материала, подготовка к аудиторным занятиям, а также работа над курсовым проектом. Она происходит в течение всего курса и контролируется непосредственно на занятиях. Студентам даются методические указания, в которых содержится информация о теме, рассматриваемых вопросах, форме проведения занятия.

Лабораторные занятия проводятся исходя из принципа активной, творческой позиции студентов. Роль преподавателя – постановка задач, координация и поддержка деятельности студентов, оценивание результатов работы.

В рамках проектной деятельности на 3 курсе студенты выполняют индивидуальный проект по комплексному проектированию парового котельного агрегата. Данный проект включает выполнение комплексных тепловых, аэродинамических и гидравлических расчетов котельного агрегата, создание их 3D моделей по рассчитанным размерам, оформление рабочей документации на проект. Задание студент получает при изучении разделов 1-4 данной дисциплины (начало 5 семестра). Промежуточным контролем по итогу 5 семестра является сдача студентом части проекта. В 6 семестре студенты завершают расчеты, осуществляют построение по результатам расчета 3D-модели котельного агрегата и в режиме публичной защиты осуществляют презентацию результатов работы.

Оценка проекта осуществляется экспертной комиссией, в которую входят представители кафедры и работодателей.

График учебного процесса приведен в приложении 1.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Microsoft Windows 7+, Microsoft Visio 2013+, Microsoft Office 2013+, PTC MathCAD Prime 3.0+, SolidWorks 2009+, Компас 3D 13+. Среда программирования Borland Builder C++ 6.0; Библиотека подпро-грамм-функций Enek.lib по определению теплофизических свойств теплоносителей, численных методов и коммерческой графике; Специализированные dll-библиотеки для расчета свойств теплоносителей; Программа одно- и многофакторного регрессионного анализа экспериментальных зависимостей; Электронный справочник по определению теплофизических свойств теплоносителей (воды, водяного пара, воздуха и дымовых газов) - EnekCalc; Программа по расчету паровых котлов ТЭС (Boiler Disign); Программа по расчету зонального теплообмена в топках паровых котлов (Furnace); Программа по расчету систем пылеприготовления (CoalDustSystem); Программы CFD-моделирования процессов горения, теплообмена и турбулентных течений многофазных потоков (Ansys, Star CD, Fluent, –Flou); Программа «АУК» для контроля знаний по предмету у студентов и соответствующая база знаний входного и выходного контроля учебного процесса).
9.1.2	Наличие доступа к сети Интернет, средств просмотра электронных документов (форматы PDF, DJVU и др.)

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе (электронной библиотеке) СФУ и электронной информационно-образовательной среде, как на территории образовательной организации, так и, по возможности, вне университета.
-------	--

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для проведения вводных лекций имеется в наличии лекционный зал, оборудованный презентационным оборудованием (Д-103).

Для проведения лабораторных работ и курсового проектирования используется «Котельная лаборатория» (ауд. Д-208а), оснащённая презентационным комплексом, макетами котельных агрегатов, наглядными материалами и плакатами, а также «Лаборатория технологии топлива» (ауд. Д-214), оснащённая сушильными шкафами, муфельными печами, калориметрическими установками, вискозиметрами, приборами для определения температуры вспышки нефтепродуктов, газоанализаторы и «Вычислительный класс для курсового и дипломного проектирования каф. ТЭС» (ауд. Д-201) на 15 персональных компьютеров марки Core 2 Duo, 1 принтер HP Laser Jet 1200 series, сканер HP-5P, а также необходимое программное обеспечение:

- проектное пространство: класс (классы) для индивидуальной и групповой проектной работы, оснащенный компьютерами с необходимым программным обеспечением, приведенным в п. 9.1, и доступом в интернет;

Для теоретического изучения данной дисциплины используются:

- материалы электронной «Энциклопедии энергетики» для дистанционного образования, разработанные каф. ТЭТ МЭИ (Очков В.Ф.);
- макет котельной установки ПК-10Ш, П-67, БКЗ-640-140 (ауд. Д-208а);

- монтажный макет котельного агрегата БКЗ-500-140 (ауд. Д-208а);
- плакаты (слайды) на бумажном и электронных носителях по котельным установкам ТЭС;
- электронная библиотека «Теплоэнергетика» в djvu- и pdf-форматах;
- учебные видеофильмы (Назаровская ГРЭС, Красноярская ТЭЦ-1, Красноярская ТЭЦ-2, Березовская ГРЭС, Рязанская ГРЭС, Пермская ГРЭС и т.д.);
- библиотека электронных чертежей котельных агрегатов.

Следует обеспечить возможность свободного доступа студентам в данные помещения, в том числе, во внеучебное время.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся (Д-102) оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.