

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.05.01 М7 ОТРАСЛЕВОЙ МОДУЛЬ

Котельные установки

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Форма обучения

очная

Год набора

2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

должность, инициалы, фамилия

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 газовоздушном 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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-1: Способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	
ПК-1.1: Участвует в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов	участвует в сборе и анализе исходных данных для проектирование объектов энергетики организовать работу по сбору и анализу исходных данных для проектирование объектов энергетики Владеет методиками сбора и анализа исходных

	данных для проектирование объектов энергетики
ПК-1.2: Демонстрирует знание и соблюдает требования нормативной документации	демонстрирует знание и соблюдает требования нормативной документации использовать нормативную документацию знаниями по составлению нормативной документации
ПК-2: Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	
ПК-2.1: Демонстрирует знание типовых методов расчета и проектирования технологического оборудования	демонстрирует знание типовых методов расчета и проектирования технологического оборудования рассчитывать и проектировать технологическое оборудование типowymi методами расчета и проектирования технологического оборудования
ПК-2.2: Использует типовые методики расчета и проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации	типowymi методы расчета и проектирования технологического оборудования использовать типовые методики расчета и проектирования технологического оборудования типowymi методами расчета и проектирования технологического оборудования
ПК-2.3: Демонстрирует знание и осуществляет проверку соответствия разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности нормативным документам	демонстрирует знания нормативной документации объектов профессиональной деятельности осуществлять проверку разрабатываемых проектов на соответствие технической документации методиками осуществленич проверок разрабатываемых проектов на соответствие технической документации
ПК-4: Способность разрабатывать схемы размещения ОПД в соответствии с технологией производства	
ПК-4.1: Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства	правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД использовать типовые методики размещения ОПД в соответствии с технологией производства участвует в разработке схем размещения ОПД
ПК-4.2: Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД	правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД эксплуатировать ОПД согласно правилам технологической дисциплины технологической дисциплиной при эксплуатации ОПД
ПК-6: Готовность обеспечивать экологическую безопасность ОПД и разрабатывать экозащитные мероприятия	
ПК-6.1: Демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности ОПД	нормативы по обеспечению экологической безопасности ОПД разрабатывать нормативы для обеспечения экологической безопасности ОПД методами обеспечения экологической безопасности

ПК-6.2: Разрабатывает экозащитные мероприятия для ОПД	экозащитные мероприятия для ОПД разрабатывать экозащитные мероприятия для ОПД методами обеспечения экологической безопасности
---	---

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: С частичным использованием ЭО. <https://e.sfu-kras.ru>.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семест		
		1	2	3
Контактная работа с преподавателем:	4,89 (176)			
занятия лекционного типа	2 (72)			
лабораторные работы	2,89 (104)			
Самостоятельная работа обучающихся:	4,11 (148)			
курсовое проектирование (КП)	Да			
курсовая работа (КР)	Нет			
Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)	1 (36)			

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Основные определения, классификация и типы паровых котлов. Энергетическое топливо и материальный баланс его									
	1. Введение. История и перспективы развития котлостроения	4							
	2. Основные определения, классификация и типы паровых котлов	4							
	3. Энергетическое топливо	4							
	4. Материальные балансы процесса горения топлива	6							
	5. Энергетическое топливо							18	
	6. 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			

7. 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			
8. Определение выхода летучих веществ. С помощью стандартного метода выполняется определение выхода летучих веществ в навеске твердого топлива с использованием муфельной печи и весов.					4			
9. 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.					4			
10. 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.					4			
11. 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.					6			

12. Определение условной вязкости нефтепродуктов. С помощью вискозиметра осуществляется определение условной вязкости нефтепродукта с последующим построением графической зависимости условной вязкости от температуры процесса.						4			
13. 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			
2. 2.Тепловой баланс и КПД парового котла. Подготовка топлива к сжиганию. Теория горения и топочных процессов									
1. Тепловой баланс и КПД котельного агрегата	4								
2. Подготовка топлива к сжиганию	6								
3. Теоретические основы горения топлива и топочных процессов	4								
4. Способы сжигания органического топлива	4								
5. Тепловой баланс и КПД парового котла. Подготовка топлива к сжиганию. Теория горения и топочных процессов								18	
6.									
3. 3.Тепловые и конструкционные характеристики поверхностей нагрева паровых котлов. Гидродинамика, температурный и									
1. Гидродинамика и температурный режим поверхностей нагрева	4								
2. Водный режим котельных агрегатов	2								
3. Испарительные поверхности нагрева паровых котлов	4								
4. Пароперегреватели. Регулирование температуры перегретого пара	4								
5. Низкотемпературные поверхности нагрева	4								

6. Тепловой расчет котла							18	
4. 4.Металлы и прочность элементов парового котла. Трубопроводы, арматура и гарнитура. Вспомогательное оборудование								
1. Металлы и прочность элементов паровых котлов	2							
2. Трубопроводы, арматура и гарнитура котла	2							
3. Газовоздушный тракт и его оборудование	2							
4. Защита поверхностей нагрева от загрязнений	2							
5. Каркас и обмуровка котлов	2							
6. Тепловая схема котла	2							
7. Конструкции паровых котлов	2							
8. Эксплуатация паровых котлов	2							
9. Экспресс-испытания паровых котлов	2							
10. Натурные испытания действующего котельного агрегата ПК-10Ш на Красноярской ТЭЦ-1					14			
5. 5.Комплексный проект котельного агрегата								
1. Определение к.п.д. и расхода топлива на котел					6			
2. Тепловой расчет системы пылеприготовления, выбор и расчет углеразмольных устройств					6			
3. Конструкторский расчет горелочных устройств					4			
4. Тепловой поверочный расчет топочной камеры котельного агрегата					6			
5.								
6. Поверочный расчет радиационного пароперегревателя					4			
7. Поверочный расчет полурadiационного (ширмового) пароперегревателя					4			
8. Конструкторский расчет конверктивного пароперегревателя					4			

9. Конструкторский расчет водяного экономайзера					4			
10. Конструкторский расчет воздухоподогревателя					4			
11. Аэродинамический расчет газовоздушного тракта котла					4			
12. Расчет контура естественной циркуляции					4			
13. 3D-проектирование и конструирование котельного агрегата					4			
14. Комплексный проект котельного агрегата							94	
15.								
Всего	72				104		148	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

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).
2. Дубровский В. А., Зубова М. В. Энергосберегающие системы растопки и подсветки факела топочных камер котлов: монография(Красноярск: СФУ).
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).
4. Штым А. Н., Штым К. А., Дорогов Е. Ю. Котельные установки с циклонными предтопками: монография(Владивосток: ДВФУ).
5. Дубровский В. А., Зубова М. В. Энергосберегающие системы растопки и подсветки факела топочных камер котлов: монография(Москва: Теплотехник).
6. Эстеркин Р.И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие(Санкт-Петербург: Интеграл).
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).
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).
9. Хзмалян Д. М. Теория топочных процессов: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. "Котло- и реакторостроение"(Москва: Энергоатомиздат).
10. Мочан С. И. Аэродинамический расчет котельных установок: нормативный метод(Ленинград: Энергия).
11. 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).
12. Ковалев А. П., Лелеев Н. С., Виленский Т. В., Ковалев А. П. Парогенераторы: учебник для вузов(Москва: Энергоатомиздат).
13. Резников М. И., Липов Ю. М. Паровые котлы тепловых электростанций: учебник для студентов вузов, обуч. по спец. "Тепловые электрические станции"(Москва: Энергоиздат).
14. Мейкляр М. В. Паровые котлы электростанций(Москва: Энергия).
15. Липов Ю. М., Третьяков Ю. М. Котельные установки и парогенераторы: Учебник(Москва: Регулярная и хаотическая динамика).
16. 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).
17. Бойко Е.А., Деринг И.С., Охорзина Т. И. Котельные установки и парогенераторы. Тепловой расчет парового котла: Учеб. пособие (Красноярск: ИПЦ КГТУ).
 18. Ривкин С. Л., Александров А. А. Теплофизические свойства воды и водяного пара(Москва: Энергия).
 19. Ривкин С.Л., Александров А.А. Термодинамические свойства воды и водяного пара: Справочник. Рек. Гос. службой стандартных справочных данных(Москва: Энергоиздат).
 20. Мочан С.И. Аэродинамический расчет котельных установок (нормативный метод)(Ленинград: Энергия).
 21. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. РД 3420501-95(СПб.: "Деан").
 22. 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).
 23. Бойко Е.А., Деринг И.С., Охорзина Т.И. Котельные установки и парогенераторы. Тепловой расчет парового котла: учеб. пособие (Красноярск: ИПЦ КГТУ).
 24. Бойко Е.А., Баженов К.В., Грачев П.А. Тепловые электрические станции. Паротурбинные энергетические установки ТЭС: справочное пособие (Красноярск: ИПЦ КГТУ).
 25. Кудинов А. А., Зиганшина С. К. Энергосбережение в котельных установках ТЭС и систем теплоснабжения: Монография(Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М").

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

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).
2. Наличие доступа к сети Интернет, средств просмотра электронных документов (форматы PDF, DJVU и др.)

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

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.

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 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 шкапами, 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. ТВТ 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.