

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

2020

---

## **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
<b>ПК-1: Способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией</b>	
ПК-1.1: Участвует в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов	исходные данные для проектирования энергообъектов анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов методиками сбора и анализа исходные данные для

	проектирования энергообъектов
ПК-1.2: Демонстрирует знание и соблюдает требования нормативной документации	демонстрирует знания и соблюдает требования нормативной документации демонстрирует знания и соблюдает требования нормативной документации и соблюдать требования нормативной документации
<b>ПК-2: Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием</b>	
ПК-2.1: Демонстрирует знание типовых методов расчета и проектирования технологического оборудования	демонстрирует знание типовых методов расчета и проектирования технологического оборудования использовать типовые методы расчета и проектирования технологического оборудования методами расчета и проектирования технологического оборудования
ПК-2.2: Использует типовые методики расчета и проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации	демонстрирует знание типовых методов расчета и проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации использовать типовые методы расчета и проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации методами расчета и проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации
ПК-2.3: Демонстрирует знание и осуществляет проверку соответствия разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности нормативным документам	нормативные документы для проектирования объектов профессиональной деятельности использовать нормативные документы для проверки соответствия разрабатываемых проектов технической документации методиками сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов
<b>ПК-4: Способность разрабатывать схемы размещения ОПД в соответствии с технологией производства</b>	
ПК-4.1: Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства	схемы размещения ОПД в соответствии с технологией производства размещать схемы ОПД в соответствии с технологией производства участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства
ПК-4.2: Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД	правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД применять правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД методами размещения схем ОПД
<b>ПК-6: Готовность обеспечивать экологическую безопасность ОПД и разрабатывать экозащитные мероприятия</b>	

ПК-6.1: Демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности ОПД	демонстрирует знания нормативов по обеспечению экологической безопасности ОПД определять нормативы по обеспечению экологической безопасности ОПД методиками обеспечения экологической безопасности ОПД
ПК-6.2: Разрабатывает экозащитные мероприятия для ОПД	максимум экозащитных мероприятий для ОПД разрабатывать экозащитные мероприятия для ОПД методами обеспечения экологической безопасности ОПД

#### **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)	Семестр		
		1	2	3
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>4,89 (176)</b>			
занятия лекционного типа	2 (72)			
лабораторные работы	2,89 (104)			
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>4,11 (148)</b>			
курсовое проектирование (КП)	Да			
курсовая работа (КР)	Нет			
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>			

### 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
<b>1. Основные определения, классификация и типы паровых котлов. Энергетическое топливо и материальный баланс его</b>									
	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			
<b>2. 2.Тепловой баланс и КПД парового котла. Подготовка топлива к сжиганию. Теория горения и топочных процессов</b>								
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.								
<b>3. 3.Тепловые и конструкционные характеристики поверхностей нагрева паровых котлов. Гидродинамика, температурный и</b>								
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	
<b>4. 4.Металлы и прочность элементов парового котла. Трубопроводы, арматура и гарнитура. Вспомогательное оборудование</b>								
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			
<b>5. 5.Комплексный проект котельного агрегата</b>								
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.