

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

2023

---

Красноярск 2023

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

д.т.н., Зав.кафедрой, Бойко Е.А.

\_\_\_\_\_  
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

В дисциплине рассматриваются указанные в ФГОС задачи профессиональной деятельности:

- 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

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	Знать структуру исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией;

элементов	<p>Уметь анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов</p> <p>Владеть навыками использования нормативной документации при проектировании теплоэнергетического оборудования</p>
ПК-1.2: Демонстрирует знание и соблюдает требования нормативной документации	<p>Знать базовые требования нормативной документации по проектированию объектов теплоэнергетики;</p> <p>Уметь применять требования нормативной документации к проектированию объектов теплоэнергетики;</p> <p>Владеть навыками использования нормативной документации при проектировании теплоэнергетического оборудования</p>
<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	<p>Знать типовые методы расчета теплотехнологического оборудования;</p> <p>Уметь выполнять расчеты теплотехнологического оборудования;</p> <p>Владеть навыками проектирования теплоэнергетического оборудования</p>
ПК-2.2: Использует типовые методики расчета и проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации	<p>Знать стадии и методы проектирования;</p> <p>Уметь использовать знания основ теплоэнергетики при проектировании продукции и решения прикладных задач;</p> <p>Владеть средствами автоматизации проектирования</p>
ПК-2.3: Демонстрирует знание и осуществляет проверку соответствия разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности нормативным документам	<p>Знать структуру нормативной документации по проектированию теплотехнологического оборудования;</p> <p>Уметь проверять соответствие разрабатываемых проектов нормативной документации;</p> <p>Владеть навыками использования нормативной документации при проектировании теплоэнергетического оборудования</p> <p>Уметь проверять соответствие разрабатываемых проектов нормативной документации;</p> <p>Владеть навыками использования нормативной документации при проектировании теплоэнергетического оборудования</p>
<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	Знать схемы размещения ОПД в соответствии с технологией производства;
	Уметь анализировать соответствие между размещением теплоэнергетического оборудования и технологическими процессами; Владеть навыками разработки схемы размещения ОПД
ПК-4.2: Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД	Знать основы правил технической эксплуатации электрических станций;  Уметь соблюдать технологическую дисциплину при эксплуатации ОПД; Владеть опытом соблюдения дисциплины
<b>ПК-6: Готовность обеспечивать экологическую безопасность ОПД и разрабатывать экозащитные мероприятия</b>	
ПК-6.1: Демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности ОПД	Знать требования нормативов экологической безопасности объектов теплоэнергетики;  Уметь обнаруживать экологические проблемы теплотехнологических объектов; Владеть навыками работы с нормативной документацией по экологической безопасности объектов теплоэнергетики
ПК-6.2: Разрабатывает экозащитные мероприятия для ОПД	Знать способы реализации экозащитных мероприятия для ОПД;  Уметь планировать экозащитные мероприятия в теплоэнергетике; Владеть опытом разработки экозащитных мероприятий

#### **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
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>5 (180)</b>			
занятия лекционного типа	2 (72)			
лабораторные работы	3 (108)			
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>4 (144)</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</b>									
	1. Введение. Функции и место парового котла в тепловой схеме ТЭС. История развития котельной техники.	4							
	2. Паровой котел в технологической схеме производства пара. Основные обозначения и термина паровых котлов. Классификация паровых котлов.	4							
	3. Паровой котел в технологической схеме производства пара. Основные обозначения и термина паровых котлов. Классификация паровых котлов.							4	
	4. Паровой котел в технологической схеме производства пара. Основные обозначения и термина паровых котлов. Классификация паровых котлов.					2			
<b>2. Конструкция паровых котлов</b>									

1. Конструктивные схемы котлов с естественной циркуляцией. Конструктивные схемы пря-моточных котлов.	4							
2. Испарительные поверхности нагрева паровых котлов с есте-ственной циркуляцией и прямо-точных котлов	4							
3. Пароперегреватели паровых котлов. Радиационные паропе-регреватели. Ширмовые паропе-регреватели. Конвективные па-роперегреватели.	4							
4. Низкотемпературные поверх-ности нагрева паровых котлов. Водяные экономайзеры. Возду-хоподогреватели	4							
5. Конструктивные схемы котлов с естественной циркуляцией. Конструктивные схемы пря-моточных котлов.					2			
6. Испарительные поверхности нагрева паровых котлов с есте-ственной циркуляцией и прямо-точных котлов					4			
7. Пароперегреватели паровых котлов. Радиационные паропе-регреватели. Ширмовые паропе-регреватели. Конвективные па-роперегреватели.					4			
8. Низкотемпературные поверх-ности нагрева паровых котлов. Водяные экономайзеры. Возду-хоподогреватели					4			
9. Тепловой баланс и КПД парового котла. Подготовка топлива к сжиганию. Теория горения и топочных процессов							12	
10.								
<b>3. Энергетическое топливо</b>								
1. Классификация энергетического топлива	2							
2. Элементный состав топлива. Расчетные массы топлива	2							



3. Технические характеристики топлива. Теплота сгорания. Влажность. Зольность. Выход летучих веществ. Плавкостные характеристики золы	2							
4. Приведенные характеристики топлива	2							
5. Характеристики жидкого и газообразного топлива	2							
6. Особенности и классификация твердых топлив	2							
7. Классификация энергетического топлива					2			
8. Элементный состав топлива. Расчетные массы топлива					4			
9. Технические характеристики топлива. Теплота сгорания. Влажность. Зольность. Выход летучих веществ. Плавкостные характеристики золы					4			
10. Приведенные характеристики топлива					2			
11. Характеристики жидкого и газообразного топлива					4			
12. Особенности и классификация твердых топлив					4			
13. Элементный состав топлива. Расчетные массы топлива							20	
<b>4. Материальный и тепловой баланс парового котла</b>								
1. Теоретический объем воздуха подаваемы на горение топлива	2							
2. Теоретический объем продуктов сгорания	2							
3. Действительный объем воздуха и продуктов сгорания	2							
4. Энтальпия продуктов сгорания и воздуха	2							
5. Тепловой баланс парового котла. Коэффициент полезного действия и расход топлива на котел	2							

6. Тепловые потери в котле. Потеря тепла с уходящими газами. Потеря тепла с химическим недожогом топлива. Потеря тепла с механическим недожогом топлива. Потеря тепла в окружающую среду. Потеря с физическим теплом шлака	2							
7. Оптимизация режима работы парового котла по сумме тепло-вых потерь	2							
8. Теоретический объем продуктов сгорания					2			
9. Теоретический объем продуктов сгорания					4			
10. Действительный объем воздуха и продуктов сгорания					4			
11. Энтальпия продуктов сгорания и воздуха					2			
12. Тепловой баланс парового котла. Коэффициент полезного действия и расход топлива на котел					4			
13. Тепловые потери в котле. Потеря тепла с уходящими газами. Потеря тепла с химическим недожогом топлива. Потеря тепла с механическим недожогом топлива. Потеря тепла в окружающую среду. Потеря с физическим теплом шлака					4			
14. Оптимизация режима работы парового котла по сумме тепло-вых потерь					4			
15. Оптимизация режима работы парового котла по сумме тепло-вых потерь							36	
<b>5. Подготовка топлива к сжиганию</b>								
1. Подготовка мазута и природного газа к сжиганию	2							
2. Подготовка твердого топлива к сжиганию. Характеристика твердого пылевидного топлива	2							
3. Классификация систем пыле-приготовления	4							

4. Элементы систем пылеприготовления. Мельничные устройства. Сепараторы угольной пыли. Пылеотделители. Питатели сырого угля. Питатели угольной пыли.	4							
5. Подготовка твердого топлива к сжиганию. Характеристика твердого пылевидного топлива					6			
6. Классификация систем пыле-приготовления					4			
7. Элементы систем пылеприготовления. Мельничные устройства. Сепараторы угольной пыли. Пылеотделители. Питатели сырого угля. Питатели угольной пыли.					2			
<b>6. Горение натуральных топлив. Топочно-горелочные устройства паровых котлов</b>								
1. Теоретические основы процесса горения топлива. Горение натурального топлива.	2							
2. Топочные устройства и методы сжигания органического топлива.	2							
3. Сжигание топлива в плотном и кипящем слое. Камерное сжигание топлива	2							
4. Основные конструктивные и режимные характеристики топочных камер паровых котлов.	2							
5. Пылеугольные горелочные устройства. Газомазутные топки и горелки.	2							
6. Топочные устройства и методы сжигания органического топлива.					2			
7. Сжигание топлива в плотном и кипящем слое. Камерное сжигание топлива					2			
8. Основные конструктивные и режимные характеристики топочных камер паровых котлов.					2			

9. Пылеугольные горелочные устройства. Газомазутные топки и горелки.					2			
10. Пылеугольные горелочные устройства. Газомазутные топки и горелки.							20	
<b>7. Вопросы эксплуатации паровых котлов</b>								
1. Гидродинамика паровых котлов. Нарушение циркуляции.					2			
2. Температурный режим работы поверхностей нагрева паровых котлов					2			
3. Воднохимический режим паровых котлов. Непрерывная и периодическая продувка. Ступенчатое испарение. Сепарация и промывка пара.					2			
4. Способы регулирования температуры первичного и вторичного перегретого пара. Поверхностный и впрыскивающий пароохладитель. Паропаровой теплообменник. Газовые способы регулирования.					2			
5. Способы очистки поверхностей нагрева паровых котлов от золошлаковых отложений.					4			
6. Шлакозолоудаление					4			
7. Каркас и обмуровка паровых котлов.					4			
8. Арматура и гарнитура паровых котлов					4			
9. Газовоздушный тракт паровых котлов и его оборудование					4			
10. Воднохимический режим паровых котлов. Непрерывная и периодическая продувка. Ступенчатое испарение. Сепарация и промывка пара.							6	

11. Способы регулирования температуры первичного и вторичного перегретого пара. Поверхностный и впрыскивающий пароохладитель. Паропаровой теплообменник. Газовые способы регулирования.							6	
12. Способы очистки поверхностей нагрева паровых котлов от золошлаковых отложений							8	
13. Шлакозолоудаление							8	
14. Каркас и обмуровка паровых котлов.							8	
15. Арматура и гарнитура паровых котлов							8	
16. Газовоздушный тракт паровых котлов и его оборудование							8	
Всего	72				108		144	

## 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.