

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

Б1.В.05.04 М7 ОТРАСЛЕВОЙ МОДУЛЬ

Тепловые и промышленные электрические станции

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 \_\_\_\_\_

канд.техн.наук, доцент, Шишмарев П.В.

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью является приобретение общепрофессиональных и специальных компетенций, необходимых при проектировании, монтаже, ремонте, наладке и эксплуатации тепловых и промышленных электростанций, работающих на органических топливах. Ознакомить будущих бакалавров с технологическим оборудованием ТЭС, с классическими и новыми используемыми на ТЭС термодинамическими циклами, современными способами их анализа. Особое внимание уделено новым технологиям производства тепловой и электрической энергии, конструкции тепловых схем их расчета с применением компьютерных технологий. Данная дисциплина занимает значительное место в системе подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В дисциплине рассматриваются указанные в ФГОС задачи профессиональной деятельности выпускника:

- научить применять полученные теоретические знания к решению конкретных практических задач;
- ознакомить и изучить конструкцию оборудования и тепловых схем, а также с особенностями технологических процессов, протекающих на ТиПЭС;
- развить у обучающихся способность выполнять работу по эксплуатации технологической части электростанций;
- приобретение навыков анализа поставленной задачи и выбора способа решения при определенных ограничениях;
- ознакомление с современными инженерными методиками, положенных в основу расчета тепловых схем ТиПЭС;
- 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	Знать структуру исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией Уметь анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов Владеть навыками сбора исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов

ПК-1.2: Демонстрирует знание и соблюдает	Знать базовые требования нормативной документации по проектированию объектов
требования нормативной документации	теплоэнергетики Уметь применять требования нормативной документации к проектированию объектов теплоэнергетики Владеть навыками использования нормативной документации при проектировании теплоэнергетического оборудования
<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	Знать типовые методы расчета теплотехнологического оборудования Уметь выполнять расчеты теплотехнологического оборудования Владеть навыками проектирования теплоэнергетического оборудования
ПК-2.2: Использует типовые методики расчета и проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации	Знать стадии и методы проектирования Уметь использовать знания основ теплоэнергетики при проектировании продукции и решения прикладных задач Владеть средствами автоматизации проектирования
ПК-2.3: Демонстрирует знание и осуществляет проверку соответствия разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности нормативным документам	Знать структуру нормативной документации по проектированию теплотехнологического оборудования Уметь проверять соответствие разрабатываемых проектов нормативной документации Владеть навыками использования нормативной документации при проектировании теплоэнергетического оборудования
<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
<b>ПК-7: Готовность разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на ОПД</b>	
ПК-7.1: Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению на ОПД	Знать нормативы по энерго- и ресурсосбережению Уметь работать с нормативной документацией по энерго- и ресурсосбережению Владеть навыком анализа технико-экономических показателей ОПД
ПК-7.2: Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на ОПД	Знать виды мероприятий по энерго- и ресурсосбережению Уметь планировать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению Владеть опытом разработки мероприятий по энерго- и ресурсосбережению

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр		
		1	2	3
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>4,94 (178)</b>			
занятия лекционного типа	2,33 (84)			
лабораторные работы	2,61 (94)			
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>4,06 (146)</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. 1. Общие сведения об энергетике и ТЭС. Классификация ТиПЭС. Графики нагрузок</b>									
	1. Введение. Развитие энергетики мира и России. Графики потребления ЭЭ и тепла. Классификации ТиПЭС. Технологическая схема. Требования к ТиПЭС	4							
	2. Общие сведения об энергетике и ТЭС. Классификация ТиПЭС. Графики нагрузок							12	
<b>2. 2. Энергетические показатели конденсационных электростанций (КЭС) и теплоцентралей (ТЭЦ). Методы, используемые на</b>									
	1. Простейшая тепловая схема КЭС станции. Удельный расход пара и тепла, топлива, их связь с КПД ТиПЭС. Тепловой баланс ТиПЭС. Промежуточный перегрев на КЭС	4							
	2. Простейшая тепловая схема ТЭЦ. Типы турбин на ТЭЦ. Основные энергетические показатели ТЭЦ с противоаварийными турбинами, турбинами с конденсатом и отборами	4							

3. Расходы тепла и топлива на производство ЭЭ и тепла. Современные методы определения удельных расходов топлива с использованием коэффициентов ценности	4							
4. Влияние начальных и конечных параметров на энергетические показатели ТЭЦ. Экологическое обоснование отбора начальных и конечных параметров. Использование сверхкритических параметров. Расширение действующих ТЭС с применением надстроек и пристроек	2							
5. Регенеративный подогрев конденсата и питательной воды на ТиПЭС. Энергетическая эффективность регенеративного подогрева. Различия схемы регенеративного подогрева. Распределение подогрева по ступеням	4							
6. Техничко-экономические показатели ТиПЭС с регенеративным подогревом. Типы регенеративных подогревателей. Современные тенденции использования подогревателей смешивающего типа. Выбор температуры питательной среды	2							
7. Определение удельных расходов топлива по результатам испытаний оборудования ТиПЭС	2							
8. Знакомство студента с рабочим местом на Красноярской ТЭЦ-1. Инструкции по соблюдению ТБ, по специфике проведения лабораторных работ, общее знакомство с ТЭЦ-1, с правилами внутреннего распорядка					2			
9. Изучение тепловой схемы турбоустановки Красноярской ТЭЦ-1, котлоагрегата. Назначение элементов оборудования					2			

10. Определение технико-экономических показателей (ТЭП), конденсационной электростанции: КПД, удельный расход топлива, пара, тепла					4			
11. Определение ТЭП КЭС с промперегревом. Сравнение полученных результатов, полученных на блоке без п.п.					4			
12. Определение технико-экономических показателей теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) по разным методикам, а также по методикам, используемых на наших станциях					4			
13. Лабораторная работа по определению ТЭП блока Красноярской ТЭЦ, полученные на основании испытаний блока					8			
14. Оценка влияния начальных и конечных параметров на ТЭП блока. Расчет удельных показателей работы ТЭС при различных $P_0$ , $t_0$ , $P_k$					4			
15. Определение ТЭП блока с регенерацией и без регенерации. Выяснить, какую экономическую эффективность дает регенеративный подогрев воды					4			
16. Простейшие тепловые схемы КЭС и ТЭЦ. Влияние параметров цикла, промежуточного перегрева пара, регенеративного подогрева воды на эффективность цикла ПТУ							18	
17. Энергетические показатели конденсационных электростанций (КЭС) и теплоцентралей (ТЭЦ). Методы, используемые на современных ТИПЭС для их улучшения							8	
18. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ							22	
<b>3. 3. Технология отпуска пара и теплоты от ТЭС. Потери пара и конденсата. Их восполнение испарительными установками</b>								

1. Потребители теплоты и тепловой нагрузки. Расчет тепловых нагрузок. График продолжительности. Включение сетевых подогревателей и их расчет. Регулирование отпуска тепла. Отпуск теплоты с КЭС. Коэффициент теплофикации	2							
2. Отпуск пара. Паропреобразователи. Потери пара и конденсата на ТиПЭС и способы их восполнения. Способы подготовки добавочной воды. Баланс пара и конденсата. Испарительные установки. Включение в тепловую схему расчета КПД ТиПЭС с учетом потерь пара и конденсата	4							
3. Деаэрационная установка на ТиПЭС. Назначение, включение в тепловую схему. Расчет. Бездеаэрационная схема удаления газов. Типы деаэрационных установок. Химические методы связывания кислорода. Питательные установки. РОУ	6							
4. Определение основных параметров установки по подогреву сетевой воды					4			
5. Расчет деаэрационной установки, включенной в схему работы блока. Определение производительности испарительной установки и других показателей					6			
6. Натурные испытания подогревателя сетевой воды на Красноярской ТЭЦ-1					6			
7. Технология отпуска пара и теплоты от ТЭС. Потери пара и конденсата. Их восполнение испарительными установками							4	
<b>4. 4. Тепловые схемы ТиПЭС. Состав, назначение ПТС. Примеры ПТС. Чтение ПТС. Методика расчета. Выбор оборудования</b>								

1. Определение принципиальной тепловой схемы (ПТС), содержание, разработка. Примеры ПТС с конденсационными и теплофикационными турбинами. Чтение ПТС. Методика расчета ПТС. Пример расчета ПТС	6							
2. Выбор мощности ТиПЭС и единичной мощности энергоблоков. Виды резерва. Технологическая структура ТЭС. Выбор вспомогательного оборудования. Конструкции теплообменного оборудования ТЭС	14							
3. Состав и назначение полной тепловой схемы ТиПЭС. Примеры полной (Развернутой) тепловой схемы. Схемы главных паропроводов, питательных трубопроводов, конденсатопроводы для блочных и не блочных ТЭС	4							
4. Изучение тепловых схем блоков КЭС и ТЭС					6			
5. Расчет тепловой схемы ТЭЦ с турбинами ПТ-12-35-10 методом последовательных приближений с определением ТЭП. Выбор оборудования					6			
6. Расчет тепловой схемы конденсационной турбоустановки. Выбор оборудования. Определение ТЭП блока					8			
7. Тепловые схемы ТиПЭС. Состав, назначение ПТС. Примеры ПТС. Чтение ПТС. Методика расчета тепловых схем и их элементов							20	
8. Расчет, проектирование и конструирование теплообменных аппаратов							14	
9.								
10. Курсовой проект "Проект тепловой электростанции"							56	
<b>5. 5. Техническое водоснабжения ТиПЭС. Трубопроводы и арматура. Топливо-транспортные хозяйства ТиПЭС,</b>								

1. Техническое водоснабжение ТиПЭС. Потребление вода на ТЭЦ, источники водоснабжения. Прямоточная система и обратная система водоснабжения с градирнями, прудами-охладителями, брызгальными бассейнами. Выбор системы технического водоснабжения	4							
2. Трубопроводы ТЭС и арматура. Гидравлический расчет трубопроводов. Расчет на прочность. Тепловые потери и изоляция трубопроводов, покраска	2							
3. Топливное хозяйство ТЭЦ на твердом топливе. Топливоснабжение при жидком и газообразном топливе. Очистка продуктов сгорания. Золошлакоудаление	2							
4. Выбор площадки для строительства ТЭЦ. Требования к площадке. Структура генерального плана. Компонировка главного здания. Структура здания и основные принципы компоновки оборудования главного здания КЭС и ТЭЦ. Примеры генеральных планов и компоновки главных зданий ТЭС	2							
5. Определение расхода воды для ТЭС и вакуума в конденсаторе					2			
6. Гидравлический расчет трубопровода с определением диаметра и потерь давления					4			
7. Лабораторная работа по испытанию предложенного трубопровода на Красноярской ТЭЦ-1. Определение потерь давления и скорости теплоносителей					4			
<b>6. 6. Газотурбинные, парогазовые и атомные ТиПЭС. МГД-генераторы. Новые производства тепла и ЭЭ. Разработка и</b>								

1. Газотурбинные и парогазовые ТЭС. Общие положения. Тепловые схемы газотурбинных станций и их расчет. Парогазовые установки. Технологические и тепловые схемы ПГУ. Примеры тепловых схем. Расчет	4							
2. Атомные электрические станции (АЭС). Реакторные установки АЭС. Тепловые схемы АЭС: одноконтурные, двухконтурные, трехконтурные. Примеры тепловых схем действующих АЭС. Экологичность АЭС. Биологические защиты	2							
3. Новые технологии производства теплоты и электрической энергии. Геотермальная энергетика. Ветроэнергетика. Солнечная энергетика, разработка и создание экологически безопасных ТЭС. МГД-генераторы. Перспектива. МГД-генераторы с ПСУ. Технологическая схема	2							
4. Расчет газотурбинной установки с определением мощности компрессора, газовой турбины и расхода топлива в камеру сгорания, температуры газов на выходе из турбины					6			
5. Чтение тепловых схем парогазовых установок. Определение КПД ПГУ, а также удельных показателей					4			
6. Чтение тепловых схем АЭС. Определение ТЭП АЭС. КПД удельных расходов пара, тепла, топлива					2			
7.								
8.								
Всего	80				90		154	

## 4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 4.1 Печатные и электронные издания:

1. Рыжкин В.Я., Гиршфельд В.Я. Тепловые электрические станции: учебник для вузов по спец. "Тепловые электр. станции"(Москва: Энергоатомиздат).
2. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электрические станции: учебник для вузов(Москва: Изд-во МЭИ).
3. Зорин В. М., Клименко А. В. Теплоэнергетика и теплотехника: Кн. 3. Тепловые и атомные электростанции: справочная сер. : в 4-х кн. : Справочник : [науч. изд.](Москва: МЭИ).
4. Цанев С. В., Буров В. Д., Ремезов А. Н., Цанев С. В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учеб. пособие для вузов(Москва: МЭИ).
5. Цыганок А. П., Михайленко С. А. Проектирование тепловых электрических станций: учеб. пособие(Красноярск: ИПЦ КГТУ).
6. Буров В. Д., Дорохова Е. В., Елизаров Д. П., Жидких В. Ф., Лавыгин В. М., Седлов А. С., Цанев С. В. Тепловые электрические станции: учебник для студентов вузов(Москва: МЭИ).
7. Стерман Л. С., Лавыгин В. М., Тишин С. Г. Тепловые и атомные электрические станции: учебник для студентов вузов по направлению "Теплоэнергетика"(Москва: МЭИ).
8. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации: утверждены Приказом Минэнерго РФ от 19.06.2003 №229(Екатеринбург: Урал Юр Издат).
9. Шапиро Г.А. Повышение эффективности работы ТЭЦ: научное издание (Москва: Энергоиздат).
10. Пермяков В.А. Теплообменное оборудование паротурбинных установок: Ч. 1: отраслевой каталог : 20-89-09 : в 2-х ч.(Москва: ЦНИИТЭИтяжмаш).
11. Пермяков В. А. Теплообменное оборудование паротурбинных установок: Ч. 2: отраслевой каталог : 20-89-09 : в 2-х ч.(Москва: ЦНИИТЭИтяжмаш).
12. Гиршфельд В.Я., Князев А.М., Куликов В.Е. Режимы работы и эксплуатация ТЭС: учеб. для вузов по спец. "Тепловые электр. станции"(Москва: Энергия).
13. Церазов А. Л., Аракелян Э. К. Повышение маневренности блоков и электростанций: Вып.540: темат. сб. науч. тр.(Москва: МЭИ).
14. Александров А. А., Григорьев Б. А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара: справочник(Москва: МЭИ).
15. Соколова И. Ю., Цыганок А. П. Вспомогательное оборудование блоков ТЭС: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. 140101.65 "Типовые электрические станции" и по направлению подготовки бакалавров 140100.62 "Теплоэнергетика и теплотехника"(Красноярск: СФУ).
16. Бойко Е.А., Баженов К.В., Грачев П.А. Тепловые электрические станции.

Паротурбинные энергетические установки ТЭС: справочное пособие (Красноярск: ИПЦ КГТУ).

17. Бойко Е. А., Пачковский С. В., Шишмарев П. В., Подборский Л. Н., Цыганок А. П., Бобров А. В. Тепловые и промышленные электрические станции. Экспресс-испытания тепломеханического оборудования тепловых электростанций: учебное пособие(Красноярск: СФУ).
18. Цыганок А.П. Тепловые электрические станции. Определение технико-экономических показателей: метод. указания по курсовому проектированию для студентов направлений подготовки дипломированных специалистов 060000, спец 060800, 650800, спец. 1007500, 100700(Красноярск: ИПЦ КГТУ).

**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+.
2. Среда программирования Borland Builder C++ 6.0; Библиотека подпрограмм-функций Enek.lib по определению теплофизических свойств теплоносителей, численных методов и коммерческой графике; специализированные dill-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. 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 необходимо иметь лекционный зал, оборудованный презентационным оборудованием.

Для проведения лабораторных занятий необходимо иметь:

- 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;
- рабочее пространство: рабочие места (мастерские), оснащенные рабочими инструментами коллективного и индивидуального пользования, средствами контроля и измерительными приборами, соответствующие действующим противопожарным правилам и нормам.

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

Для теоретического изучения данной дисциплины используются:

- материалы электронной «Энциклопедии энергетики» для дистанционного образования, разработанные кафедрой ТВТ МЭИ (Очков В.Ф.);
- электронная библиотека «Теплоэнергетика» форматы PDF, DJVU;
- учебные видеофильмы (Назаровская ГРЭС, Красноярская ТЭЦ-1, Красноярская ТЭЦ-2, Березовская ГРЭС, Рязанская ГРЭС, пермская ГРЭС и т.д.)

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