

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., Бойко Евгений
Анатольевич, профессор каф. ТЭС

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ
СТАНЦИИ, ИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ
СИСТЕМЫ И АГРЕГАТЫ**

Дисциплина Б1.В.01 Тепловые электрические станции, их
энергетические системы и агрегаты

Направление подготовки /
специальность _____

Направленность
(профиль) _____

Форма обучения

очная

Год набора

2020

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)

13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Программу
составили

канд.техн.наук, доцент, Шишмарев П.В.

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

ПК-1:Способен формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов

Уровень 1	демонстрирует способность формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией объекта профессиональной деятельности
Уровень 1	разрабатывает проектные решения, связанные с модернизацией объекта профессиональной деятельности
Уровень 1	разрабатывает проектные решения по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов
ПК-2:Способен к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования	
Уровень 1	демонстрирует способность проводить технические расчеты по проектам на основе функционально-стоимостного анализа
Уровень 1	участвует в выборе серийного и разработке нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования
Уровень 1	методиками проведения технических расчетов по проектам

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Тепловые и промышленные электрические станции» является основой для изучения предметов: охрана окружающей среды, основы и режимы эксплуатации тепломеханического оборудования, ремонт и монтаж тепломеханического оборудования, испытания и наладка тепломеханического оборудования.

Основы эксплуатации теплоэнергетического оборудования
Природоохранные технологии в теплоэнергетике

1.5 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
Общая трудоемкость дисциплины	9 (324)	4 (144)	5 (180)
Контактная работа с преподавателем:	4 (144)	2 (72)	2 (72)
занятия лекционного типа	2 (72)	1 (36)	1 (36)
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары			
практические занятия			
практикумы			
лабораторные работы	2 (72)	1 (36)	1 (36)
другие виды контактной работы			
в том числе: групповые консультации			
индивидуальные консультации			
иная внеаудиторная контактная работа:			
групповые занятия			
индивидуальные занятия			
Самостоятельная работа обучающихся:	4 (144)	2 (72)	2 (72)
изучение теоретического курса (ТО)			
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)			
реферат, эссе (Р)			
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	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. Общие сведения об энергетике и ТЭС. Классификация ТИПЭС. Графики нагрузок	4	0	0	18	ПК-1 ПК-2
2	2. Энергетические показатели конденсационных электростанций (КЭС) и теплоцентралей (ТЭЦ). Методы, используемые на современных ТИПЭС для их улучшения	32	0	36	54	
3	3. Технология отпуска пара и теплоты от ТЭС. Потери пара и конденсата. Их восполнение испарительными установками	12	0	8	8	

4	4. Тепловые схемы ТиПЭС. Состав, назначение ПТС. Примеры ПТС. Чтение ПТС. Методика расчета. Выбор оборудования при проектировании ТиПЭС	12	0	6	64	
5	5. Техническое водоснабжения ТиПЭС. Трубопроводы и арматура. Топливо-транспортные хозяйства ТиПЭС, золошлакоудаление. Генеральный план ТиПЭС и компоновка главного здания	4	0	12	0	
6	6. Газотурбинные, парогазовые и атомные ТиПЭС. МГД-генераторы. Новые производства тепла и ЭЭ. Разработка и создание экологически безопасных ТиПЭС. Комплексный проект ТиПЭС. Заключение	8	0	10	0	
Всего		72	0	72	144	

3.2 Занятия лекционного типа

№	№ раздела	Наименование занятий	Объем в акад. часах
---	-----------	----------------------	---------------------

п/п	дисциплины		Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Введение. Развитие энергетики мира и России. Графики потребления ЭЭ и тепла. Классификации ТиПЭС. Технологическая схема. Требования к ТиПЭС	4	0	0
2	2	Простейшая тепловая схема КЭС станции. Удельный расход пара и тепла, топлива, их связь с КПД ТиПЭС. Тепловой баланс ТиПЭС. Промежуточный перегрев на КЭС	4	0	0
3	2	Простейшая тепловая схема ТЭЦ. Типы турбин на ТЭЦ. Основные энергетические показатели ТЭЦ с противоаварийными турбинами, турбинами с конденсатом и отборами	4	0	0
4	2	Расходы тепла и топлива на производство ЭЭ и тепла. Современные методы определения удельных расходов топлива с использованием коэффициентов ценности	4	0	0

5	2	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	4	0	0
6	2	Регенеративный подогрев конденсата и питательной воды на ТиПЭС. Энергетическая эффективность регенеративного подогрева. Различия схемы регенеративного подогрева. Распределение подогрева по ступеням	4	0	0
7	2	Технико-экономические показатели ТиПЭС с регенеративным подогревом. Типы регенеративных подогревателей. Современные тенденции использования подогревателей смешивающего типа. Выбор температуры питательной среды	4	0	0
8	2	Определение удельных расходов топлива по результатам испытаний оборудования ТиПЭС	8	0	0

9	3	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	4	0	0
10	3	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	0	0
11	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	4	0	0
12	4	Определение принципиальной тепловой схемы (ПТС), содержание, разработка. Примеры ПТС с конденсационными и теплофикационными турбинами. Чтение ПТС. Методика расчета ПТС. Пример расчета ПТС	4	0	0

13	4	Выбор мощности ТиПЭС и единичной мощности энергоблоков. Виды резерва. Технологическая структура ТЭС. Выбор вспомогательного оборудования	4	0	0
14	4	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	0	0
15	5	Техническое водоснабжение ТиПЭС. Потребление вода на ТЭЦ, источники водоснабжения. Прямоточная система и оборотная система водоснабжения с градирнями, прудами-охладителями, брызгальными бассейнами. Выбор системы технического водоснабжения	1	0	0
16	5	Трубопроводы ТЭС и арматура. Гидравлический расчет трубопроводов. Расчет на прочность. Тепловые потери и изоляция трубопроводов, покраска	1	0	0
17	5	Топливное хозяйство ТЭЦ на твердом топливе. Топливоснабжение при жидком и газообразном топливе. Очистка продуктов сгорания. Золошлакоудаление	1	0	0

18	5	<p>Выбор площадки для строительства ТЭЦ. Требования к площадке. Структура генерального плана. Компоновка главного здания. Структура здания и основные принципы компоновки оборудования главного здания КЭС и ТЭЦ. Примеры генеральных планов и компоновки главных зданий ТЭС</p>	1	0	0
19	6	<p>Газотурбинные и парогазовые ТЭС. Общие положения. Тепловые схемы газотурбинных станций и их расчет. Парогазовые установки. Технологические и тепловые схемы ПГУ. Примеры тепловых схем. Расчет</p>	4	0	0
20	6	<p>Атомные электрические станции (АЭС). Реакторные установки АЭС. Тепловые схемы АЭС: одноконтурные, двухконтурные, трехконтурные. Примеры тепловых схем действующих АЭС. Экологичность АЭС. Биологические защиты</p>	2	0	0

21	6	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	0	0
Всего			2	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
Всего					

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	2	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	0	0
2	2	Изучение тепловой схемы турбоустановки Красноярской ТЭЦ-1, котлоагрегата. Назначение элементов оборудования	2	0	0

3	2	Определение технико-экономических показателей (ТЭП), конденсационной электростанции: КПД, удельный расход топлива, пара, тепла	4	0	0
4	2	Определение ТЭП КЭС с промперегревом. Сравнение полученных результатов, полученных на блоке без п.п.	4	0	0
5	2	Определение технико-экономических показателей теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) по разным методикам, а также по методикам, используемых на наших станциях	4	0	0
6	2	Лабораторная работа по определению ТЭП блока Красноярской ТЭЦ, полученные на основании испытаний блока	8	0	0
7	2	Оценка влияния начальных и конечных параметров на ТЭП блока. Расчет удельных показателей работы ТЭС при различных P_0 , t_0 , P_k	8	0	0
8	2	Определение ТЭП блока с регенерацией и без регенерации. Выяснить, какую экономическую эффективность дает регенеративный подогрев воды	4	0	0
9	3	Определение основных параметров установки по подогреву сетевой воды	2	0	0
10	3	Расчет деаэрационной установки, включенной в схему работы блока. Определение производительности испарительной установки и других показателей	2	0	0
11	3	Нагурные испытания подогревателя сетевой воды на Красноярской ТЭЦ-1	4	0	0

12	4	Изучение тепловых схем блоков КЭС и ТЭС	2	0	0
13	4	Расчет тепловой схемы ТЭЦ с турбинами ПТ-12-35-10 методом последовательных приближений с определением ТЭП. Выбор оборудования	2	0	0
14	4	Расчет тепловой схемы конденсационной турбоустановки. Выбор оборудования. Определение ТЭП блока	2	0	0
15	5	Определение расхода воды для ТЭС и вакуума в конденсаторе	4	0	0
16	5	Гидравлический расчет трубопровода с определением диаметра и потерь давления	4	0	0
17	5	Лабораторная работа по испытанию предложенного трубопровода на Красноярской ТЭЦ-1. Определение потерь давления и скорости теплоносителей	4	0	0
18	6	Расчет газотурбинной установки с определением мощности компрессора, газовой турбины и расхода топлива в камеру сгорания, температуры газов на выходе из турбины	4	0	0
19	6	Чтение тепловых схем парогазовых установок. Определение КПД ПГУ, а также удельных показателей	4	0	0
20	6	Чтение тепловых схем АЭС. Определение ТЭП АЭС. КПД удельных расходов пара, тепла, топлива	2	0	0
Итого			72	0	0

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	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, 2004

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	Рыжкин В.Я., Гиршфельд В.Я.	Тепловые электрические станции: учебник для вузов по спец. "Тепловые электр. станции"	Москва: Энергоатомиздат, 1987
Л1.2	Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г.	Тепловые и атомные электрические станции: учебник для вузов	Москва: Изд-во МЭИ, 2004
Л1.3	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, 2003
Л1.4	Цанев С. В., Буров В. Д., Ремезов А. Н., Цанев С. В.	Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учеб. пособие для вузов	Москва: МЭИ, 2002
Л1.5	Цыганок А. П., Михайленко С. А.	Проектирование тепловых электрических станций: учеб. пособие	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006

Л1.6	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, 2005
Л1.7	Стерман Л. С., Лавыгин В. М., Тишин С. Г.	Тепловые и атомные электрические станции: учебник для студентов вузов по направлению "Теплоэнергетика"	Москва: МЭИ, 2010
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1		Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации: утверждены Приказом Минэнерго РФ от 19.06.2003 №229	Екатеринбург: Урал Юр Издат, 2007
Л2.2	Шапиро Г.А.	Повышение эффективности работы ТЭЦ: научное издание	Москва: Энергоиздат, 1981
Л2.3	Пермяков В.А.	Теплообменное оборудование паротурбинных установок: Ч. 1: отраслевой каталог : 20-89-09 : в 2-х ч.	Москва: ЦНИИТЭИтяжм аш, 1989
Л2.4	Пермяков В. А.	Теплообменное оборудование паротурбинных установок: Ч. 2: отраслевой каталог : 20-89-09 : в 2-х ч.	Москва: ЦНИИТЭИтяжм аш, 1989
Л2.5	Гиршфельд В.Я., Князев А.М., Куликов В.Е.	Режимы работы и эксплуатация ТЭС: учеб. для вузов по спец. "Тепловые электр. станции"	Москва: Энергия, 1980
Л2.6	Церазов А. Л., Аракелян Э. К.	Повышение маневренности блоков и электростанций: Вып.540: темат. сб. науч. тр.	Москва: МЭИ, 1981
Л2.7	Александров А. А., Григорьев Б. А.	Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара: справочник	Москва: МЭИ, 2003
Л2.8	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, 2013
Л2.9	Бойко Е.А., Баженов К.В., Грачев П.А.	Тепловые электрические станции. Паротурбинные энергетические установки ТЭС: справочное пособие	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

ЛЗ.1	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, 2004
------	--------------	--	-------------------------------

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

Э1	Сибирский федеральный университет.	Режим доступа: http://www.sfu-kras.ru
Э2	Энергетическое образование.	Режим доступа: http://www.energyed.ru
Э3	Информационно-аналитический портал российского союза инженеров.	Режим доступа: http://www.российский-союз-инженеров.рф/

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 курсовыми проектами. 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.

Индивидуальный проект включает выбор основного оборудования, конструирование тепловой схемы, Расчет, определение технико-экономических показателей станции, а также проектирование систем топливоподдачи, водоснабжения, золоудаления, очистки газов и др. Задания студент получает после изучения разделов 1-4 данной дисциплины (конец 7 семестра).

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

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+.
9.1.2	Среда программирования Borland Builder C++ 6.0; Библиотека подпрограмм-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. 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 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.