

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

2019

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 |
|--|--|
| 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 | 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 |
| 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 | 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 |
| 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 | 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 |
| ПК-6: Готовность обеспечивать экологическую безопасность ОПД и разрабатывать экозащитные мероприятия | |

| | |
|---|--|
| 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 |
| ПК-7: Готовность разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на ОПД | |
| 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 |
| Контактная работа с преподавателем: | 4,72 (170) | | | |
| занятия лекционного типа | 2,22 (80) | | | |
| лабораторные работы | 2,5 (90) | | | |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 4,28 (154) | | | |
| 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)

| № п/п | | Модули, темы (разделы) дисциплины | | Контактная работа, ак. час. | | | | | | | |
|---|--|--|--|--------------------------------|--|---|--------------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|--|
| | | | | 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 | | |
| 1. 1. Общие сведения об энергетике и ТЭС. Классификация ТиПЭС. Графики нагрузок | | | | | | | | | | | |
| | | 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 | | | | | | | 10 | | |
| 2. 2. Энергетические показатели конденсационных электростанций (КЭС) и теплоцентралей (ТЭЦ). Методы, используемые на | | | | | | | | | | | |
| | | 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 | 4 | | | | | | | |
| 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 | 4 | | | | | | | |
| 7. Определение удельных расходов топлива по результатам испытаний оборудования ТиПЭС | 4 | | | | | | | |
| 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. Энергетические показатели конденсационных электростанций (КЭС) и теплоцентралей (ТЭЦ). Методы, используемые на современных ТИПЭС для их улучшения | | | | | | | 34 | |
| 17. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ | | | | | | | 36 | |
| 3. 3. Технология отпуска пара и теплоты от ТЭС. Потери пара и конденсата. Их восполнение испарительными установками | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|---|--|--|--|---|--|---|--|
| 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 | 4 | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | 8 | |
| 4. 4. Тепловые схемы ТиПЭС. Состав, назначение ПТС. Примеры ПТС. Чтение ПТС. Методика расчета. Выбор оборудования | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|---|--|--|--|---|--|----|--|
| 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 | 8 | | | | | | | |
| 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 | 8 | | | | | | | |
| 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. Выбор оборудования при проектировании ТиПЭС | | | | | | | 10 | |
| 8. | | | | | | | | |
| 9. Курсовой проект | | | | | | | 56 | |
| 5. 5. Техническое водоснабжения ТиПЭС. Трубопроводы и арматура. Топливо-транспортные хозяйства ТиПЭС, | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|---|--|--|--|---|--|--|--|
| 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 | 1 | | | | | | | |
| 2. Трубопроводы ТЭС и арматура. Гидравлический расчет трубопроводов. Расчет на прочность. Тепловые потери и изоляция трубопроводов, покраска | 1 | | | | | | | |
| 3. Топливное хозяйство ТЭЦ на твердом топливе. Топливоснабжение при жидком и газообразном топливе. Очистка продуктов сгорания. Золошлакоудаление | 1 | | | | | | | |
| 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 | 1 | | | | | | | |
| 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 | | | |
| 6. 6. Газотурбинные, парогазовые и атомные ТиПЭС. МГД-генераторы. Новые производства тепла и ЭЭ. Разработка и | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|----|--|--|--|----|--|-----|--|
| 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. 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.