

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.03

Повышение эффективности систем централизованного теплоснабжения

Учебный план: ФГОС3++m130401-1_20-12.plx

Кафедра: **21** Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Направление подготовки:
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Технология производства электрической и тепловой энергии
(специализация)

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

| Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа обучающихся | | Сам. работа | Контроль, час. | Трудоё мкость, ЗЕТ | Форма промежуточной аттестации | |
|---------------------------|----------------------------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------|
| | Лекции | Практ. занятия | | | | | |
| 1 | УП | 34 | 34 | 40 | 36 | 4 | Экзамен |
| | РПД | 34 | 34 | 40 | 36 | 4 | |
| Итого | УП | 34 | 34 | 40 | 36 | 4 | |
| | РПД | 34 | 34 | 40 | 36 | 4 | |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 146

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Иванов В.Д.

Кандидат технических наук, доцент

Гладышев Н.Н.

От кафедры составителя:

Злобин В.Г.

Заведующий кафедрой теплосиловых установок и тепловых двигателей

От выпускающей кафедры:

Злобин В.Г.

Заведующий кафедрой

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в сфере существующих методов повышения энергетической эффективности систем централизованного теплоснабжения.

1.2 Задачи дисциплины:

- Изложить существующие подходы в сфере проведения наладочных работ на системах централизованного теплоснабжения.
- Изучить способы оптимизации тепловой схемы ТЭЦ.
- Рассмотреть методы оптимизации режимов работы энергетических систем.
- Продемонстрировать пути совершенствования систем централизованного теплоснабжения крупных городов.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования.

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПКп-3.2: Способен формулировать задания на разработку решений, связанных с модернизацией оборудования, совершенствованию технологических схем тепловой и электрической энергии, повышением экологической безопасности

Знать: современные достижения и перспективные разработки в области систем теплоснабжения; технические характеристики современного оборудования, арматуры и материалов.

Уметь: работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных; составлять тепловой и материальный баланс системы; определять места неэффективного пользования тепловой энергии и теплоносителя; определять технико-экономические показатели, характеризующие состояние системы теплоснабжения.

Владеть: навыками разработки мероприятий по модернизации и совершенствованию систем теплоснабжения.

ПКп-5.2: Способен к проведению технических расчетов, технико-экономического и стоимостного анализа проектных решений оборудования и технологических процессов производства тепловой и электрической энергии

Знать: методики выполнения прочностных расчетов трубопроводов, тепловых потерь через изоляцию трубопроводов.

Уметь: работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных; определять технико-экономические показатели, характеризующие состояние системы теплоснабжения.

Владеть: навыками выполнения специальных расчетов по типовым методикам.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий | Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа | | СР (часы) | Инновац. формы занятий | Форма текущего контроля |
|---|---------------------------|-------------------|---------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | Лек. (часы) | Пр. (часы) | | | |
| Раздел 1. Наладочные работы на системах централизованного теплоснабжения. | 1 | | | | | О |
| Тема 1. Наладка тепловых и гидравлических режимов систем теплоснабжения. Обследование и разработка мероприятий по наладке системы централизованного теплоснабжения. Обследование источника, тепловых сетей, тепловых пунктов и систем теплоснабжения. Тепловой и гидравлический расчеты тепловых сетей, разработка эксплуатационных режимов, расчет размеров дроссельных устройств. Тепловой и гидравлический расчеты внутренних систем теплоснабжения, разработка эксплуатационных режимов, расчет размеров дроссельных устройств. Разработка рекомендаций по наладке. | | 4 | 4 | 4 | | |
| Тема 2. Выполнение разработанных мероприятий по наладке системы централизованного теплоснабжения. Наладка тепловых сетей и внутренних систем теплоснабжения. Дроссельные устройства, применяемые при наладке систем теплоснабжения, расчет, регулировка. | | 4 | 4 | 6 | | |
| Раздел 2. Способы оптимизации тепловой схемы ТЭЦ. | | | | | | |
| Тема 3. Собственные нужды тепловой электростанции. Расчет показателей ТЭЦ с учетом собственных нужд. | | 4 | 4 | 4 | | |
| Тема 4. Анализ тепловых схем паротурбинных установок. Метод коэффициента ценности тепла, метод коэффициента мощности. | | 4 | 4 | 6 | | |
| Раздел 3. Оптимизация режимов работы энергетических систем. | | | | | О | |

| | | | | | | |
|---|--|------|----|------|--|--|
| Тема 5. Экономические характеристики основного энергетического оборудования ТЭС. Характеристики относительных приростов расхода топлива. Оптимизация режимов группы параллельно работающих агрегатов. Метод Лагранжа. | | 6 | 6 | 6 | | |
| Тема 6. Диаграммы режимов паровых турбин. Диаграммы режимов паровых турбин типа К. Диаграммы режимов паровых турбин типа Р. Диаграммы режимов паровых турбин типа Т. Диаграммы режимов паровых турбин типа ПТ. | | 6 | 6 | 6 | | |
| Тема 7. Пути совершенствования систем централизованного теплоснабжения крупных городов России и Западной Европы. | | 6 | 6 | 8 | | |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО) | | 34 | 34 | 40 | | |
| Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен) | | 2,5 | | 33,5 | | |
| Всего контактная работа и СР по дисциплине | | 70,5 | | 73,5 | | |

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения | Наименование оценочного средства |
|-----------------|--|---|
| ПКп-3.2 | 1. Имеет представление о системах теплоснабжения, технических характеристик современного оборудования. 2. Демонстрирует умение работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных; составлять тепловой и материальный баланс системы. 3. Решает задачи связанные с определением мест неэффективного использования тепловой энергии и теплоносителя. | 1. Вопросы устного собеседования. 2. Практико-ориентированные задания. |
| ПКп-5.2 | 1. Имеет представление о выполнении прочностных расчетов трубопроводов, тепловых потерь. 2. Выполняет алгоритм специальных расчетов по типовым методикам. | 1. Вопросы устного собеседования. 2. Практико-ориентированные задания. |

5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций | |
|------------------|---|---|
| | Устное собеседование | Письменная работа |
| 5 (отлично) | Обучающийся показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; усвоил основную и знаком с дополнительной рекомендованной литературой; может | Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если |

| | | |
|-------------------------|---|--|
| | объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала. | это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. |
| 4 (хорошо) | Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины при дополнительных вопросах преподавателя. Допускает не существенные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, устраняет их без помощи преподавателя. | Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ и может его интерпретировать. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место несущественные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы. |
| 3 (удовлетворительно) | Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество не принципиальных ошибок; знаком с основной литературой, рекомендованной программой. Допускает существенные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. | Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией. В работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое. |
| 2 (неудовлетворительно) | Обучающийся не имеет достаточного уровня знания основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с содержанием рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки. Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Как правило, оценка "не удовлетворительно" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. | Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубые нарушения правил оформления. Неспособность ответить на вопросы по письменной работе без помощи преподавателя. Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. |

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

| № п/п | Формулировки вопросов |
|-----------|---|
| Семестр 1 | |
| 1 | Диаграммы режимов турбоагрегатов типа Р. |
| 2 | Диаграммы режимов турбоагрегатов типа ПТ. |

| | |
|----|--|
| 3 | Диаграммы режимов турбоагрегатов типа Т. |
| 4 | Диаграммы режимов турбоагрегатов типа К. |
| 5 | Диаграммы режимов турбоагрегатов. Назначение, характерные режимы, взаимное влияние основных и второстепенных параметров, поправочные кривые. |
| 6 | Оптимизация режимов работы энергетического оборудования. |
| 7 | Характеристики относительных приростов расхода топлива. |
| 8 | Расход тепловой энергии на собственные нужды паротурбинной ТЭЦ. |
| 9 | Расход электрической энергии на собственные нужды паротурбинной ТЭЦ. |
| 10 | Коэффициент ценности тепла, коэффициент изменения мощности, коэффициент недовыработки мощности. |
| 11 | Оптимизация тепловой схемы паротурбинной ТЭЦ. |
| 12 | Дроссельные устройства, применяемые при наладке систем теплоснабжения, расчет, регулировка. |
| 13 | Результаты проведения наладочных работ. |
| 14 | Наладка тепловых сетей и внутренних систем теплопотребления. |
| 15 | Выполнение разработанных мероприятий по наладке системы централизованного теплоснабжения. |
| 16 | Обследование и разработка мероприятий по наладке системы централизованного теплоснабжения. |
| 17 | Этапы проведения наладочных работ в системе централизованного теплоснабжения. Эффективность проведения наладочных работ. |
| 18 | Режимная наладка систем централизованного теплоснабжения. Задачи, требования, алгоритм. |
| 19 | Особенности и достоинства применения контрольно-распределительных пунктов в системе централизованного теплоснабжения. |
| 20 | Особенности и достоинства систем централизованного теплоснабжения Исландии. |
| 21 | Особенности и достоинства систем централизованного теплоснабжения Дании. |
| 22 | Особенности и достоинства систем централизованного теплоснабжения Финляндии. |
| 23 | Особенности и достоинства систем централизованного теплоснабжения Норвегии. |
| 24 | Особенности и достоинства систем централизованного теплоснабжения Швеции. |
| 25 | Совершенствование систем централизованного теплоснабжения крупных городов России. |
| 26 | Пути повышения энергетической эффективности систем централизованного теплоснабжения. |

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Задача №1.

Определить расчетный расход тепла на отопление здания с наружным объемом $V = 65\ 000\ \text{м}^3$ при удельной теплопотере $q_0 = 0,35\ \text{ккал}/(\text{м}^3\ \text{ч}\ ^\circ\text{C})$ с коэффициентом инфильтрации $\mu = 0,15$; Если внутренняя расчетная температура $T_{\text{вр}} = 18^\circ\text{C}$, а наружная расчетная температура $T_{\text{но}} = -24^\circ\text{C}$.

Задача №2.

Определить расход тепла на отопление в средне-зимнем режиме при $T_{\text{ср.з}} = -1,8^\circ\text{C}$, если расчетный расход тепла на отопление при $T_{\text{но}} = -24^\circ\text{C}$ составляет $Q_{\text{ор}} = 0,3\ \text{Гкал/ч}$.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

Письменная

Компьютерное тестирование

Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Возможность пользоваться калькулятором;

Время на подготовку ответа по билету 45 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

| Автор | Заглавие | Издательство | Год издания | Ссылка |
|---|---|---|-------------|---|
| 6.1.1 Основная учебная литература | | | | |
| Пилипенко Н. В., Сиваков И. А. | Энергосбережение и повышение энергетической эффективности инженерных систем и сетей | Санкт-Петербург: Университет ИТМО | 2013 | http://www.iprbookshop.ru/65398.html |
| Посашков М. В., Немченко В. И., Титов Г. И. | Энергосбережение в системах теплоснабжения | Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ | 2014 | http://www.iprbookshop.ru/29799.html |
| 6.1.2 Дополнительная учебная литература | | | | |
| Подпороинов Б. Ф. | Теплоснабжение | Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ | 2011 | http://www.iprbookshop.ru/28404.html |
| Бирюзова Е. А. | Теплоснабжение. Часть 1. Горячее водоснабжение | Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ | 2012 | http://www.iprbookshop.ru/19046.html |
| Рафальская Т. А., Мансуров Р. Ш., Хмельницкий П. Е. | Повышение эффективности и надёжности сжигания мазута на ТЭЦ и котельных | Саратов: Ай Пи Эр Медиа | 2018 | http://www.iprbookshop.ru/72809.html |

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
3. База данных большой технической библиотеки "Сайт теплотехника" [Электронный ресурс]. URL: <http://teplokot.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8
MicrosoftOfficeProfessional 2013

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Аудитория | Оснащение |
|----------------------|---|
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска |
| Учебная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска |