



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

9 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор института Теплоэнергетики

_____ Гапоненко С.О.

«30» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Вспомогательное оборудование и трубопроводы ТЭС

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность
(профиль)

Тепловые электрические станции
(Код и наименование направления подготовки)

Квалификация

Бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

| | | |
|-------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| Наименование кафедры | Должность, уч. степень, уч. звание | ФИО разработчика |
| АТЭС | доц., к.т.н., доц. | Грибков А.М. |

| Согласование | Наименование подразделения | Дата | № протокола | Подпись |
|--------------|---|------------|----------------|--|
| Одобрена | кафедра - разработчик, выпускающая кафедра - кафедра АТЭС | 18.05.2023 | №23 | _____ Зав.каф., д.х.н., профессор Чичирова Н.Д. |
| Согласована | Учебно- методический совет института Теплоэнергетики | 30.05.2023 | №9 | _____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О. |
| Одобрена | Ученый совет института Теплоэнергетики | 30.05.2023 | №9 | _____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О. |

Рецензия на рабочую программу и оценочные материалы по дисциплине «Вспомогательное оборудование и трубопроводы ТЭС»

Содержание РПД и ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и учебному плану.

(Код и наименование направления подготовки)

РПД и ОМ соответствуют требованиям, предъявляемым к структуре, содержанию РПД и ОМ по дисциплине, а именно:

1. Перечень формируемых компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО и профстандарту, будущей профессиональной деятельности выпускника.

2. Структура и содержание дисциплины соответствует учебному плану.

3. РПД содержит информацию об учебно-методическом, информационном и материально-техническом обеспечении дисциплины; об особенностях организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов и методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

4. Показатели и критерии оценивания компетенций в ОМ, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки результатов обучения, уровней сформированности компетенций.

5. Контрольные задания и иные материалы оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определённости, однозначности, надёжности, а также соответствуют требованиям к составу и взаимосвязи оценочных средств, полноте по количественному составу оценочных средств и позволяют объективно оценить результаты обучения, уровни сформированности компетенций.

6. Направленность РПД и ОМ по дисциплине соответствует целям ОП по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профстандартам.

Заключение. На основании проведенной экспертизы можно сделать заключение, что РПД и ОМ по дисциплине соответствует требованиям ФГОС ВО, профессионального стандарта, современным требованиям рынка труда и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Рецензент

Кожарин Н.Ю. начальник ПТО филиала АО «Татэнерго» Казанская ТЭЦ-1

(Фамилия И.О., место работы, должность, ученая степень) личная подпись

Дата 05.06.2023

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Вспомогательное оборудование и трубопроводы ТЭС» является изучение наиболее распространенных видов тепломеханического и вспомогательного оборудования тепловых электрических станций.

Задачами дисциплины являются: получение знаний, сформировать умения и навыки, позволяющие успешно пройти итоговую государственную аттестацию.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора |
|---|---|
| ПК-1 Способен проводить расчеты по типовым методикам, участвовать в проектировании технологического оборудования котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций | ПК-1.1 Выполняет тепловые и материально-балансовые расчеты тепловых схем котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций |
| | ПК-1.2 Принимает участие в разработке и оформлении проектной документации в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций |
| | ПК-1.3 Выбирает оборудование, трубопроводы и арматуру котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций |
| | ПК-1.4 Применяет специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования |
| ПК-2 Способен разрабатывать регламенты деятельности по эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС | ПК 2-1 Принимает участие в разработке производственных инструкций |

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины: Теоретические основы теплотехники; Котельные установки и парогенераторы; Тепловые и атомные электрические станции.

Последующие дисциплины: Режимы работы и эксплуатация ТЭС; Тепломеханическое оборудование котельных установок; Наладка и ремонт теплоэнергетического оборудования; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

| Вид учебной работы | Всего ЗЕ | Всего часов | Семестр(ы) | |
|---------------------------------------|-------------|----------------|------------|-----|
| | | | 7 | 8 |
| ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ | 8 | 288 | 180 | 108 |
| КОНТАКТНАЯ РАБОТА* | - | 130 | 69 | 61 |
| АУДИТОРНАЯ РАБОТА | 2,0 | 74 | 50 | 24 |
| Лекции | 1,3 | 46 | 34 | 12 |
| Практические (семинарские) занятия | 0,4 | 16 | 16 | 0 |
| Лабораторные работы | 0,3 | 12 | 0 | 12 |
| САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ | 6,0 | 214 | 130 | 84 |
| Проработка учебного материала | 3,0 | 106 | 94 | 12 |
| Курсовой проект | 2,0 | 72 | 0 | 72 |
| Подготовка к промежуточной аттестации | 1,0 | 36 | 36 | 0 |
| Промежуточная аттестация: | | | Э | 3 |
| | | | - | КП |

Для заочной формы обучения

| Вид учебной работы | Всего ЗЕ | Всего часов | Семестр(ы) | |
|---------------------------------------|-------------|----------------|------------|-----|
| | | | 9 | 10 |
| ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ | 8 | 288 | 180 | 108 |
| КОНТАКТНАЯ РАБОТА | - | 75 | 39 | 36 |
| АУДИТОРНАЯ РАБОТА | 1,1 | 40 | 16 | 24 |
| Лекции | 0,6 | 22 | 10 | 12 |
| Практические (семинарские) занятия | 0,2 | 6 | 6 | 0 |
| Лабораторные работы | 0,4 | 12 | 0 | 12 |
| САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ | 6,9 | 248 | 164 | 84 |
| Проработка учебного материала | 4,5 | 163 | 160 | 3 |
| Курсовой проект | 2,0 | 72 | 0 | 72 |
| Подготовка к промежуточной аттестации | 0,4 | 13 | 4 | 9 |
| Промежуточная аттестация: | | | Э | 3 |
| | | | - | КП |

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

| Разделы дисциплины | Всего часов | Распределение трудоемкости по видам учебной работы | | | | Формы и вид контроля | Индексы индикаторов формируемых компетенций |
|--|-------------|--|-----------|-----------|------------|----------------------|---|
| | | лекции | лаб. раб. | пр. зан. | сам. раб. | | |
| Раздел 1. Вспомогательное оборудование и его классификация | 10 | 2 | 0 | 0 | 7 | ТК1 | ПК 1-1; |
| Раздел 2. Вспомогательное оборудование пароводяного тракта | 80 | 22 | 0 | 10 | 52 | ТК2 | ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4 |
| Раздел 3. Вспомогательное оборудование газоздушного тракта | 54 | 10 | 0 | 6 | 35 | ТК3 | ПК-2.1 |
| Экзамен | 36 | | | | 36 | ОМ 1 | ПК 1-1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-2.1 |
| Итого за 7 семестр | 180 | 34 | 0 | 16 | 130 | | |
| Раздел 4. Курсовое проектирование | 36 | 12 | 12 | 0 | 12 | | ПК-2.1 |
| Курсовой проект | 72 | | | | 72 | ОМкп | ПК 1-1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-2.1; |
| Итого за 8 семестр | 108 | 12 | 12 | 0 | 84 | | |
| ИТОГО | 288 | 46 | 12 | 16 | 214 | | |

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение.

Тема 1. Вспомогательное оборудование и его классификация.

Классификация вспомогательного оборудования ТЭС и АЭС по назначению и принципу действия. Его значение для обеспечения надежности и экономичности эксплуатации. Расход электроэнергии и пара на собственные нужды электростанции.

Раздел 2. Вспомогательное оборудование пароводяного тракта.

Тема 2. Регенеративные подогреватели.

Типы регенеративных подогревателей. Конструкция поверхностных подогревателей низкого давления (ПНД) и их трубные системы. Контактные (смешивающие) ПНД и их конструктивные типы. Меры против заброса воды в турбину. Подогреватели высокого давления (ПВД). Греющие секции со спиральными трубками и их гидравлические схемы.

Отсеки конденсации и охлаждения пара и дренажа. Устройства отвода дренажа и отсоса воздуха. Защита ПВД. Арматура и КИП. Используемые материалы.

Раздел 2. Вспомогательное оборудование пароводяного тракта.

Тема 3. Сетевые подогреватели.

Назначение и типы сетевых подогревателей. Конструкция сетевых подогревателей. Режимы работы сетевых подогревателей. Компоновка в турбоустановке.

Раздел 2. Вспомогательное оборудование пароводяного тракта.

Тема 4. Деаэраторы

Типы деаэраторов. Классификация деаэраторов по способу подвода греющего пара, дробления потока воды и по рабочему давлению. Конструкция струйных, струйно-барботажных и пленочных деаэраторов. Схемы включения деаэраторов. Основные принципы расчета теплообмена в деаэраторах. Защита от повышения давления. Удаление углекислоты.

Раздел 2. Вспомогательное оборудование пароводяного тракта.

Тема 5. Испарительные установки

Типы и конструкции испарителей. Устройства, обеспечивающие получение качественного дистиллята. Тепло- гидравлический расчет испарителей. Водный режим испарителей и продувка. Многоступенчатая испарительная установка.

Раздел 2. Вспомогательное оборудование пароводяного тракта.

Тема 6. Водогрейные котлы.

Роль водогрейных котлов в системах теплоснабжения. Номенклатура и типы водогрейных котлов на газомазутном и твердом топливах. Типы компоновок. Организация тяги и дутья. Гидравлические схемы. Особенности эксплуатации.

Раздел 2. Вспомогательное оборудование пароводяного тракта.

Тема 7. Трубопроводы.

Категории трубопроводов ТЭС и АЭС. Напряжения от самокомпенсации температурных удлинений. Реперы перемещений. Классификация трубопроводной арматуры по назначению и конструктивному оформлению. Дренажирование трубопроводов. Тепловая изоляция. Расчет трубопроводов на прочность.

Раздел 2. Вспомогательное оборудование пароводяного тракта.

Тема 8. Насосы.

Типы насосов, их характеристики насосов и режимы работы. Классификация насосов по назначению и принципу действия.

Конструктивные типы лопастных насосов. Состав насосного агрегата и его основные параметры. Потребляемая мощность. Стабильные и нестабильные напорные характеристики. Явление помпажа. Защита от кавитации. Способы регулирования производительности. Совместная работа насосов при параллельном и последовательном включении. Выбор типа привода питательных насосов. Конструкции питательных насосов и приводных турбин. Редукторы и гидромуфты. Приводные турбины. Конструкции конденсатных, бустерных, сетевых и циркуляционных насосов.

Раздел 2. Вспомогательное оборудование пароводяного тракта.

Тема 9. Градирни и брызгальные бассейны.

Назначение. Основные типы и схемы градирен. Особенности теплообмена в градирнях. Расчет основных параметров градирни. Брызгальные бассейны. Преимущества и недостатки.

Раздел 3. Вспомогательное оборудование газоздушного тракта.

Тема 10. Газоздушные тракты.

Основные характеристики газоздушных трактов. Схемы газоздушных трактов. Потери напора. Рациональные формы элементов газоздушных трактов. Газоздушные тракты ПГУ.

Раздел 3. Вспомогательное оборудование газоздушного тракта.

Тема 11. Золоуловители.

Основы золоудаления. Степень улавливания. Типы золоуловителей, их конструкция. Устройство батарейного циклона. Мокрый золоуловитель и ограничения его применимости. Труба Вентури. Устройство электрофилтра. Коронирующие и осадительные электроды. Способы повышения эффективности золоулавливания. Питание электрофилтра и расход электроэнергии. Тканевые фильтры.

Раздел 3. Вспомогательное оборудование газоздушного тракта.

Тема 12. Тягодутьевые машины.

Тягодутьевые механизмы, их аэродинамические характеристики, режимы работы. Требования к тягодутьевым машинам. Типы, конструкции и маркировка. Аэродинамические схемы. Выбор тягодутьевых машин, мощность привода и КПД. Способы регулирования производительности и кривые сброса мощности. Параллельная работа. Акустические характеристики.

Раздел 4. Курсовое проектирование.

Тема 13. Поверочный, гидравлический и конструктивный расчеты подогревателей.

Основы теплового, конструктивного, поверочного и гидравлического расчетов подогревателей, температурные графики. Выбор скоростей воды и пара. Расчет теплообменников на прочность.

Раздел 4. Курсовое проектирование.

Тема 14. Расчет газоздушного тракта.

Типы и конструкция дымовых труб. Статические давления в дымовой трубе. Выходная часть многоствольных дымовых труб. Выбор оптимальных размеров дымовых труб и внешних газоходов. Дымовые трубы ПГУ.

3.4. Тематический план практических занятий

1. Изучение конструкций регенеративных подогревателей.
2. Изучение конструкций сетевых подогревателей.
3. Изучение конструкций деаэраторов.
4. Изучение схем многоступенчатых испарительных установок.
5. Расчет трубопровода на самокомпенсацию.
6. Совместная работа насосов на сеть.
7. Расчет брызгального бассейна.
8. Изучение конструкций золоуловителей. Расчет эффективности их работы.
9. Расчет безразмерных характеристик тягодутьевых машин.
10. Тепловой расчет подогревателя высокого давления.
11. Выбор оптимальных размеров дымовых труб и внешних газоходов

3.5. Тематический план лабораторных работ

1. Исследование режимов работы регенеративного подогревателя.
2. Исследование режимов работы деаэрационной колонки.
3. Исследование режима работы дымовой трубы.
4. Исследование режима работы золоуловителя.

3.6. Курсовой проект

1. Расчёт подогревателя высокого давления №2 турбоустановки Т-175/210-130.
2. Расчёт подогревателя высокого давления №1 турбоустановки Т-116/125-12,8-7.
3. Расчёт подогревателя высокого давления №1 турбоустановки Т-250/300-23,5-2.
4. Расчёт подогревателя высокого давления №1 турбоустановки К-300-240.
5. Расчет подогревателя высокого давления турбоустановки к-1200-6,8/50 №2 АЭС.
6. Расчёт подогревателя высокого давления № 1 турбоустановки К-210-12,8-3.
7. Расчет подогревателя высокого давления №2 турбоустановки Т-

110/120-130.

8. Расчёт подогревателя высокого давления №1 турбоустановки Т-180/210-12,8-2 ЛМЗ.
9. Расчет подогревателя высокого давления №2 турбоустановки К-300-240.
- 10.Расчёт подогревателя высокого давления №3 турбоустановки К-300-240.
- 11.Расчёт подогревателя высокого давления №1 турбоустановки ПТ-80.
- 12.Расчёт подогревателя высокого давления №1 турбоустановки ТК-330.
- 13.Расчёт подогревателя высокого давления №1 турбоустановки К-500
- 14.Расчет подогревателя высокого давления турбоустановки к-1200-6,8/50 №1 АЭС.
- 15.Расчет подогревателя низкого давления турбоустановки к-1200-6,8/50 №1 АЭС.
- 16.Расчет трехствольной дымовой трубы и внешних газоходов для ГРЭС с 6 котлами ПК-47.
- 17.Расчет одноствольной дымовой трубы с проходным зазором и внешних газоходов для ГРЭС с 3 котлами ТГМП-1202. Топливо газ.
- 18.Расчет одноствольной дымовой трубы с прижимной футеровкой и внешних газоходов для ТЭС с 4 котлами ТГМН-354.
- 19.Расчет четырехствольной дымовой трубы и внешних газоходов для ТЭС с 8 котлами ТГМ-96.
- 20.Расчет трехствольной дымовой трубы и внешних газоходов для ТЭС с 6 котлами ТПЕ-430.
- 21.Расчет двуствольной дымовой трубы для КЭС с 2 котлами ТГМП-1202.
- 22.Расчет одноствольной дымовой трубы с проходным зазором и внешних газоходов для ГРЭС с 3 котлами ТГМП-806. Топливо мазут.
- 23.Расчет одноствольной дымовой трубы с монолитной футеровкой и внешних газоходов с 3 котлами П-57.
- 24.Расчет одноствольной дымовой трубы с прижимной футеровкой и внешних газоходов с 6 котлами ТГМ-96.
- 25.Расчет четырехствольной дымовой трубы и внешних газоходов для ТЭС с 8 котлами ТПГЕ-215.
- 26.Расчет одноствольной дымовой трубы и внешних газоходов для ТЭС с 6 котлами ТП-85.
- 27.Расчет одноствольной дымовой трубы с вентилируемым зазором и внешних газоходов для ТЭС с 4 котлами ТГМЕ-464.
- 28.Расчет трехствольной дымовой трубы и внешних газоходов для ТЭЦ с 6 котлами ТПЕ-430.

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

| Компетенции | Код индикатора компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине | Уровень сформированности индикатора компетенции | | | |
|--|---|--|--|---|---|--|
| | | | Высокий | Средний | Ниже среднего | Низкий |
| | | | от 85 до 100 | от 70 до 84 | от 55 до 69 | от 0 до 54 |
| | | | Шкала оценивания | | | |
| | | | отлично | хорошо | удовлетворительно | неудовлетворительно |
| | | | зачтено | | не зачтено | |
| ПК 1-1 | ПК 1-1 | знать: | | | | |
| | | тепловые схемы | знает тепловые схемы и не допускает ошибок | знает тепловые схемы, но допускает отдельные ошибки | знает тепловые схемы, но допускает много мелких ошибок | плохо знает тепловые схемы, и допускает грубые ошибки |
| | | уметь: | | | | |
| | | выполнять материально-балансовые расчеты | может правильно выполнять материально-балансовые расчеты | умет выполнять материально-балансовые расчеты, но делает это с мелкими ошибками | выполняет тепловые расчеты тепловых схем с ошибками | не может выполнять тепловые расчеты тепловых схем |
| | | владеть: | | | | |
| расчетом тепловых балансов по тепловой схеме | хорошо владеет расчетом тепловых балансов по тепловой схеме | не всегда полностью владеет расчетом тепловых балансов по тепловой схеме | допускает ошибки при расчете тепловых балансов по тепловой схеме | плохо владеет расчетом тепловых балансов по тепловой схеме | | |
| ПК 1-1 | ПК 1-1 | знать: | | | | |
| | | требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и | хорошо знает требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и | требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и | требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и | имеет слабое представление о требованиях нормативных правовых актов, |

| | | | | | | | |
|------|----------|---|---|---|---|--|--|
| ПК-1 | 2 | нормативно-методических документов по проектированию и строительству котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей | и нормативно-методических документов по проектированию и строительству котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей | нормативно-методических документов по проектированию и строительству котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей в основном знает, но допускает отдельные ошибки | нормативно-методических документов по проектированию и строительству котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей в основном знает, но допускает много мелких ошибок. | нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей | |
| | уметь: | | | | | | |
| | | применять нормативно-методические документы при проектировании и строительстве котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей | правила разработки и оформления проектной документации умеет применить на практике | не все правила разработки и оформления проектной документации умеет применить на практике | правила разработки и оформления проектной документации умеет применить на практике, но с ошибками. | правила разработки и оформления проектной документации применить на практике не может | |
| | владеть: | | | | | | |
| | | средствами для разработки и оформления проектной документации | хорошо владеет средствами для разработки и оформления проектной документации | владеет средствами для разработки и оформления проектной документации, но допускает отдельные ошибки | с трудом владеет средствами для разработки и оформления проектной документации | плохо владеет средствами для разработки и оформления проектной документации | |
| | ПК 1-3 | знать: оборудование, трубопроводы и арматуру | хорошо знает оборудование, трубопроводы | хорошо знает не все оборудование, | с трудом разбирается в оборудовании, | плохо знает оборудование, трубопроводы | |

| | | | | | | | |
|--------------------------------|---|---|--|--|---|--|--|
| П К- 1 | Пк-1.3 | котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций | и арматуру котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций | трубопроводы и арматуру котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций | трубопроводах и арматуре котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций | и арматуру котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций | |
| | | уметь: | | | | | |
| | | выбрать оборудование, трубопроводы и арматуру котельных тепловых электростанций | умеет без ошибок выбрать оборудование, трубопроводы и арматуру котельных тепловых электростанций | при выборе оборудования, трубопроводов и арматуры котельных тепловых электростанций допускает отдельные ошибки | при выборе оборудования, трубопроводов и арматуры котельных тепловых электростанций допускает много мелких ошибок | не может выбрать оборудование, трубопроводы и арматуру котельных тепловых электростанций | |
| | | владеть: | | | | | |
| | выбором оборудования центральных тепловых пунктов | без ошибок выбором оборудования центральных тепловых пунктов | выбирает оборудование центральных тепловых пунктов допускает отдельные ошибки | при выборе оборудования центральных тепловых пунктов допускает много мелких ошибок | не может выбрать оборудование центральных тепловых пунктов | | |
| | ПК 1-4 | знать: | | | | | |
| | | задачи проектирования | знает задачи проектирования | знает не все задачи проектирования | знает не все задачи проектирования и не очень хорошо | не знает задачи проектирования | |
| | | уметь: | | | | | |
| | | выбрать специализированное программное обеспечение | умеет правильно выбрать специализированное программное обеспечение | при выборе специализированного программного обеспечения делает отдельные ошибки | при выборе специализированного программного обеспечения делает много мелких ошибок | Не может правильно выбрать специализированное программное обеспечение | |
| | владеть: | | | | | | |
| специализированным программным | хорошо владеет специализиро | владеет не всем специализиро | с трудом владеет специализиро | не владеет специализиро | ванным | | |

| | | | | | | |
|------|--------|---|--|---|--|--|
| К-1 | | обеспечением | ванным программным обеспечением | ванным программным обеспечением | ванным программным обеспечением | программным обеспечением |
| ПК 2 | ПК 2-1 | знать: | | | | |
| | | производственное оборудование | знает производственное оборудование | знает не все производственное оборудование | знает не все производственное оборудование и не очень хорошо | не знает производственное оборудование |
| | | уметь: | | | | |
| | | оформить правила эксплуатации в форме производственных инструкций | хорошо оформить правила эксплуатации в форме производственных инструкций | оформляет правила эксплуатации в форме производственных инструкций с ошибками | с трудом умеет оформить правила эксплуатации в форме производственных инструкций | не умеет оформить правила эксплуатации в форме производственных инструкций |
| | | владеть: | | | | |
| | | методами разработки производственных инструкций | хорошо владеет методами разработки производственных инструкций | методами разработки производственных инструкций владеет с ошибками | с трудом владеет методами разработки производственных инструкций | не владеет методами разработки производственных инструкций |

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Вспомогательное оборудование тепловых электрических станций / Учебное пособие для вузов / Л.А. Рихтер, Д.П. Елизаров, В.М. Лавыгин. М.: Энергоатомиздат, 1987, - 216 с.

2. Назмеев Ю. Г. Теплообменные аппараты ТЭС [электронный ресурс]:

учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Теплоэнергетика"/ Ю. Г. Назмеев, В. М. Лавыгин. -4-е изд., доп.. -М.: Издательский дом МЭИ, 2007. -269 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>.

3. 1. Рогалев, Н.Д. Тепловые электрические станции: учебник / Н. Д. Рогалев, А.А. Дудолин, Е. Н. Олейникова. - Москва: НИУ МЭИ, 2022. - 768 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/307250> (дата обращения: 15.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. 2. Тепловые электрические станции: учебник для вузов / В. Д. Буров, Е. В. Дорохов, Д. П. Елизаров [и др.] ; под ред. В. М. Лавыгина, А. С. Седлова, С. В. Цанева. - 3-е изд., стер. - М. : МЭИ, 2009. - 466 с.

5. 3. Основы современной энергетики : учебник; в 2 т / под ред. Е. В. Аметистова. - 5-е изд., стереотип. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019.

6. 4. Грибков А.М. Системы диагностирования элементов ТЭС: учебное пособие. Казань; Казанский гос. энерг. ун-т, 2018. – 136 с.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Прикладные задачи тренажёра энергоблока ПГУ-410 : практикум / Н. Д. Чичирова [и др.] ; под общ. ред. Н. Д. Чичировой. - Казань : КГЭУ, 2018. - 275 с.

2. Исследование режимов работы газоздушного тракта конденсационного энергоблока мощностью 300 МВт на компьютерном тренажере. Метод. указания к лаб. работам по дисциплине "Тепломеханическое и вспомогательное оборудование тепловых электростанций". / Сост.: А.М. Грибков. 2011. - Казань : КГЭУ, 2011. - 31 с.

3. Отключение группы ПВД при работе блока 300 МВт. Метод. указания к лаб. работам по дисциплине "Тепломеханическое и вспомогательное оборудование тепловых электростанций" / Сост.: А.М. Грибков. - Казань : КГЭУ, 2009. - 22 с.

4. Отключение ПВД-3,4 на компьютерном тренажере конденсационного энергоблока мощностью 300 МВт. Метод. указания к лаб. работам по дисциплине "Тепломеханическое и вспомогательное оборудование тепловых электростанций" / Сост.: А.М. Грибков, А.В. Шашкин. - Казань : КГЭУ, 2011. - 23 с.

5. Аварийное отключение основного питательного насоса конденсационного энергоблока мощностью 300 МВт на компьютерном тренажере. Метод. указания к лаб. работам по дисциплине "Тепломеханическое и вспомогательное оборудование тепловых электростанций" / Сост.: А.М. Грибков, А.А. Елисеев. - Казань : КГЭУ, 2011. - 24 с.

6. Грибков А.М. Тепловой расчет подогревателя высокого давления. Методические указания по курсовому проектированию Казан. гос. энерг. ун-т, 2004 г. – 44 с.

7. Грибков А.М., Выбор оптимальных размеров дымовых труб и внешних газоходов [электронный ресурс]: учебное пособие / А.М. Грибков. Электрон.

текстовые дан. – Казань: КГЭУ, 2016 – 83 с., 2МБ – Режим доступа: <http://lib.kgeu.ru>.

8. Грибков А.М. Основы проектирования и эксплуатации тепловых электростанций: учебное пособие / А.М. Грибков, Е.И. Гаврилов, В.М. Полтавец. Казань: КГЭУ, 2004 – 142 с.

9. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование тепловых электростанций: метод. указ. к лаб. раб. / А.М. Грибков, А.С. Макаров. Казань: КГЭУ, 2005 – 47 с.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система "лань". URL: <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека. URL: <http://elibrary.ru>

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации. URL: <https://minenergo.gov.ru/opendata/> Режим доступа: свободный
2. «Консультант плюс». URL: <http://www.consultant.ru/> Режим доступа: свободный

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

| № п/п | Наименование программного обеспечения | Способ распространения (лицензионное/свободно) | Реквизиты подтверждающих документов |
|-------|--|---|---|
| 1 | Windows 7 Профессиональная (Pro) | Пользовательская операционная система | №2011.25486 от 28.11.2011 |
| 2 | Браузер Chrome | Система поиска информации в сети интернет (включая русскоязычный интернет). | https://www.google.com/intl/ru/chrome/ |
| 3 | Браузер Firefox | Свободный веб-браузер | https://www.mozilla.org/ru/firefox/new/ |
| 4 | Adobe Acrobat | Пакет программ | https://get.adobe.com/ru/reader/ |
| 5 | LMS Moodle | Это современное программное обеспечение | https://download.moodle.org/releases/latest/ |
| 6 | ТеплоЭксперт - Отопление (Поверочный тепловой и гидравлический расчет) | Функционирует на основе серверных технологий | ООО НПП "Теплотэкс" №30-2018 |

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Наименование вида учебной работы | Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории | Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения |
|----------------------------------|---|--|
| Лекции | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа А-422. | 24 посадочных места (из них 13 - за раб. столами с компьютерной техникой). компьютер в комплекте монитором (12 шт), подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду |
| Практические занятия | Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации А-413 | 18 посадочных мест, доска аудиторная, моноблок, телевизор, учебный макет Нижнекамской ТЭЦ, компьютер в комплекте с монитором, фотоколориметр КФК- 3-01, установка для исследования надежности работы |
| Лабораторные работы | Учебная лаборатория А-414 | 30 посадочных мест, доска аудиторная, огневой стенд (лабораторная установка), универсальная портативная измерительная система (газоанализатор, управляющий модуль) Testo 350 XL, газотурбинная теплостанция ГТУ – ТЭЦ 50 МВт на Казанской ТЭЦ-1: |
| | Компьютерный класс с выходом в Интернет А-402 | 30 посадочных мест с ПК с двойными экранами и с выходом в интернет, общеаудиторный настенный экран |
| | Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а | Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение |
| Самостоятельная работа | Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а | Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение |
| | Читальный зал библиотеки | Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение |
| | Учебная аудитория для | 24 посадочных места, доска аудиторная, |

| | | |
|--|--|--|
| | самостоятельной работы | компьютер в комплекте с монитором |
| | Учебная аудитория для выполнения курсового проекта А-417 | 38 посадочных мест, доска аудиторная. проектор, моноблок (13 шт). камера IP, микрофон, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду |

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой

справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному,

культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

| № п/п | № раздела внесения изменений | Дата внесения изменений | Содержание изменений | «Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину | «Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая |
|----------|---------------------------------|----------------------------|----------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



КГЭУ

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Вспомогательное оборудование и трубопроводы ТЭС

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность
(профиль) Тепловые электрические станции

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2023

Оценочные материалы по дисциплине Вспомогательное оборудование и трубопроводы ТЭС предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

1. Технологическая карта

Семестр 7

| Наименование раздела | Формы и вид контроля | Рейтинговые показатели | | | | | | | |
|--|----------------------|------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|-----------|--------------------------|
| | | I текущий контроль | Дополнительные баллы к ТК1 | II текущий контроль | Дополнительные баллы к ТК2 | III текущий контроль | Дополнительные баллы к ТК3 | Итого | Промежуточная аттестация |
| Раздел 1. « Вспомогательное оборудование и его классификация» | ТК1 | 5 | | | | | | 5 | |
| Тест или письменный опрос | | 5 | | | | | | 5 | |
| Раздел 2. «Вспомогательное оборудование пароводяного тракта» | ТК2 | | | 25 | 25 | | | 50 | |
| Тест или письменный опрос | | | | 10 | 10 | | | | |
| Защита лабораторной работы | | | | 15 | 15 | | | | |
| Раздел 3. « Вспомогательное оборудование газовоздушного тракта» | ТК3 | | | | | 25 | 20 | 45 | |
| Тест или письменный опрос | | | | | | 10 | 10 | | |
| Защита лабораторной работы | | | | | | 10 | 10 | | |
| Отчет по самостоятельной работе | | | | | | 5 | | | |
| Промежуточная аттестация (экзамен) | ОМ | | | | | | | | 40 |

Семестр 8

| Наименование раздела | Формы и вид контроля | Рейтинговые показатели | | | | | | | |
|---|----------------------|------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|-------|--------------------------|
| | | I текущий контроль | Дополнительные баллы к ТК1 | II текущий контроль | Дополнительные баллы к ТК2 | III текущий контроль | Дополнительные баллы к ТК3 | Итого | Промежуточная аттестация |
| Промежуточная аттестация (зачет, КП) | ОМ | | | | | | | | 100 |
| Задание промежуточной аттестации | | | | | | | | | 60 |
| В письменной форме по билетам | | | | | | | | | 40 |

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

| Компетенции | Код индикатора компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине | Уровень сформированности индикатора компетенции | | | |
|-------------|----------------------------|---|---|---|--|---|
| | | | Высокий | Средний | Ниже среднего | Низкий |
| | | | от 85 до 100 | от 70 до 84 | от 55 до 69 | от 0 до 54 |
| | | | Шкала оценивания | | | |
| | | | отлично | хорошо | удовлетворительно | неудовлетворительно |
| | | знать: | | | | |
| | | тепловые схемы | знает тепловые схемы и не допускает ошибок | знает тепловые схемы, но допускает отдельные ошибки | знает тепловые схемы, но допускает много мелких ошибок | плохо знает тепловые схемы, и допускает грубые ошибки |
| | | уметь: | | | | |

| | | | | | | |
|--|--|---|--|---|---|---|
| П К- 1 | ПК 1-1 | выполнять материально-балансовые расчеты | может правильно выполнять материально-балансовые расчеты | умет выполнять материально-балансовые расчеты, но делает это с мелкими ошибками | выполняет тепловые расчеты тепловых схем с ошибками | не может выполнять тепловые расчеты тепловых схем |
| | | владеть: | | | | |
| | расчетом тепловых балансов по тепловой схеме | хорошо владеет расчетом тепловых балансов по тепловой схеме | не всегда полностью владеет расчетом тепловых балансов по тепловой схеме | допускает ошибки при расчете тепловых балансов по тепловой схеме | плохо владеет расчетом тепловых балансов по тепловой схеме | |
| | ПК 1-2 | знать: | | | | |
| | | требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей | хорошо знает требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей | требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей в основном знает, но допускает отдельные ошибки | требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей в основном знает, но допускает много мелких ошибок. | имеет слабое представление о требованиях нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей |
| | | уметь: | | | | |
| применять нормативно-методические документы при проектировании | правила разработки и оформления проектной документации умеет | не все правила разработки и оформления проектной документации | правила разработки и оформления проектной документации умеет | правила разработки и оформления проектной документации применить на | | |

| | | | | | | |
|--------------|--|--|--|--|---|---|
| П К- 1 | ПК- 1.2 | ии и строительстве котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектро централей | применить на практике | умеет применить на практике | применить на практике, но с ошибками. | практике не может |
| | | владеть: | | | | |
| | средствами для разработки и оформления проектной документации | хорошо владеет средствами для разработки и оформления проектной документации | владеет средствами для разработки и оформления проектной документации , но допускает отдельные ошибки | с трудом владеет средствами для разработки и оформления проектной документации | плохо владеет средствами для разработки и оформления проектной документации | |
| | ПК 1- 3 | знать: | | | | |
| | | оборудование , трубопроводы и арматуру котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанц ий | хорошо знает оборудование , трубопроводы и арматуру котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанц ий | хорошо знает не все оборудование , трубопроводы и арматуру котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанц ий | с трудом разбирается в оборудовании , трубопровода х и арматуре котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанц ий | плохо знает оборудование , трубопроводы и арматуру котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанц ий |
| | | уметь: | | | | |
| | | выбрать оборудование , трубопроводы и арматуру котельных тепловых электростанц ий | умеет без ошибок выбрать оборудование , трубопроводы и арматуру котельных тепловых электростанц ий | при выборе оборудования , трубопрово д и арматуры котельных тепловых электростанц ий допускает отдельные ошибки | при выборе оборудования , трубопрово д и арматуры котельных тепловых электростанц ий допускает много мелких ошибок | не может выбрать оборудование , трубопроводы и арматуру котельных тепловых электростанц ий |
| | Пк-1.3 | владеть: | | | | |
| | | выбором оборудования | без ошибок выбором | выбирает оборудование | при выборе оборудования | не может выбрать |

| | | | | | | | |
|---|--|---|--|---|--|--|--|
| П К- 1 | ПК 1- 4 | центральных тепловых пунктов | оборудования центральных тепловых пунктов | центральных тепловых пунктов допускает отдельные ошибки | центральных тепловых пунктов допускает много мелких ошибок | оборудование центральных тепловых пунктов | |
| | | знать: | | | | | |
| | | задачи проектирования | знает задачи проектирования | знает не все задачи проектирования | знает не все задачи проектирования и не очень хорошо | не знает задачи проектирования | |
| | | уметь: | | | | | |
| | | выбрать специализированное программное обеспечение | умеет правильно выбрать специализированное программное обеспечение | при выборе специализированного программного обеспечения делает отдельные ошибки | при выборе специализированного программного обеспечения делает много мелких ошибок | Не может правильно выбрать специализированное программное обеспечение | |
| владеть: | | | | | | | |
| специализированным программным обеспечением | хорошо владеет специализированным программным обеспечением | владеет не всем специализированным программным обеспечением | с трудом владеет специализированным программным обеспечением | не владеет специализированным программным обеспечением | | | |
| П К 2 | ПК 2- 1 | знать: | | | | | |
| | | производственное оборудование | знает производственное оборудование | знает не все производственное оборудование | знает не все производственное оборудование и не очень хорошо | не знает производственное оборудование | |
| | | уметь: | | | | | |
| | | оформить правила эксплуатации в форме производственных инструкций | хорошо оформить правила эксплуатации в форме производственных инструкций | оформляет правила эксплуатации в форме производственных инструкций с ошибками | с трудом умеет оформить правила эксплуатации в форме производственных инструкций | не умеет оформить правила эксплуатации в форме производственных инструкций | |
| | | владеть: | | | | | |
| методами разработки производственных | хорошо владеет методами | методами разработки производственных | с трудом владеет методами разработки | не владеет методами разработки производственных | | | |

| | | | | | | |
|--|--|------------|--|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------|
| | | инструкций | разработки производстве нных инструкций | инструкций владеет с ошибками | производстве нных инструкций | нных инструкций |
|--|--|------------|--|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------|

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий;*

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий.*

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине: Вспомогательное оборудование и трубопроводы ТЭС.

| Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Описание оценочного средства |
|-------------------------------------|---|--|
| Доклад (Дкл), сообщение (Сбщ) | Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы | Темы докладов: 1. Работа газозвоздушного тракта. 2. Горелочные устройства котлов. 3, Разработка горелки для огневого стенда. 4. Насосное оборудование энергоблока. 5. Исследование режима работы дымовой трубы. 6. Сравнение конструкций конденсаторов различных турбин. |
| Курсовой проект (КП), | Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в | Темы курсовых проектов: 1 Расчёт подогревателя высокого давления №2 турбоустановки Т-175/210-130. 2. Расчёт подогревателя высокого давления №1 турбоустановки Т-116/125-12,8-7. |

| | | |
|--|---|---|
| | <p>процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся</p> | <p>3. Расчёт подогревателя высокого давления №1 турбоустановки Т-250/300-23,5-2. 4. Расчёт подогревателя высокого давления №1 турбоустановки К-300-240. 5. Расчет подогревателя высокого давления турбоустановки к-1200-6,8/50 №2 АЭС. 6. Расчёт подогревателя высокого давления № 1 турбоустановки К-210-12,8-3. подогревателя высокого давления турбоустановки к-1200-6,8/50 №1 АЭС. 7. Расчет подогревателя низкого давления турбоустановки к-1200-6,8/50 №1 АЭС. 8. Расчет трехствольной дымовой трубы и внешних газоходов для ГРЭС с 6 котлами ПК-47. 9. Расчет одноствольной дымовой трубы с проходным зазором и внешних газоходов для ГРЭС с 3 котлами ТГМП-1202. Топливо газ. 10. Расчет одноствольной дымовой трубы с прижимной футеровкой и внешних газоходов для ТЭС с 4 котлами ТГМН-354. 11. Расчет четырехствольной дымовой трубы и внешних газоходов для ТЭС с 8 котлами ТГМ-96. 12. Расчет трехствольной дымовой трубы и внешних газоходов для ТЭС с 6 котлами ТПЕ-430. 13. Расчет двуствольной дымовой трубы для КЭС с 2 котлами ТГМП-1202.</p> |
| <p>Конспектирование учебного материала</p> | <p>Краткое текстовое представление переработанной информации</p> | <p>Перечень разделов Раздел 1. Введение. Раздел 2. Вспомогательное оборудование пароводяного тракта. Раздел 3. Вспомогательное оборудование газозводдушного тракта. Раздел 4. Курсовое проектирование.</p> |
| <p>Опрос по разделам (темам)</p> | <p>Знание основных понятий темы/раздела/дисциплины</p> | <p>Перечень определений основных понятий темы/дисциплины: Вспомогательное оборудование, регенеративный подогреватель,</p> |

| | | |
|---|---|---|
| | | <p>Сетевые подогреватели, Деаэраторы, Испарительные установки, Водогрейные котлы. Трубопроводы. Насосы. Градирни и брызгальные бассейны. Газовоздушные тракты. Золоуловители. Тягодутьевые машины.</p> |
| <p>Отчет по лабораторной работе (ОЛР)</p> | <p>Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету</p> | <p>Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите назначение и основные характеристики ДВ. 2. Назовите назначение и основные характеристики ДРГ. 3. Назовите назначение и основные характеристики ДС. 4. Назовите назначение и основные 5. характеристики РВП. 6. Какие горелки установлены на котле? 7. Как распределяется воздух по горелкам? 8. Что такое взрывные клапаны и где они находятся? 9. Почему после отключения ДВ по этой же нитке нужно отключить и дымосос? 10. Каким образом обеспечивается надежная работа подшипников вращающихся механизмов газовоздушного тракта? 11. Какие блокировки срабатывают при аварийном отключении одного дымососа? 12. Почему при этом имеет место резкое снижение температуры среды высокого давления? 13. Чем опасно аварийное отключение ДС и почему этот метод нельзя использовать для быстрого сброса нагрузки блоком? 14. В каких случаях ДВ или ДРГ должны быть немедленно остановлены? 15. В каких случаях РВП должен быть немедленно остановлен и какие основные операции при этом должны быть сделаны? 16. В каких случаях ДС должен быть немедленно остановлен? |

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| | | <p>17. Какую нагрузку блок может нести при отключенной одной нитке газовоздушного тракта и почему?</p> <p>18. Зачем требуется максимальная нагрузка остающегося в работе ДРГ?</p> <p>19. Почему после перехода блока на ПЭН требуется поддерживать постоянное давление пара за котлом?</p> <p>Каждый студент выполняет свой вариант задания. Отчет готовится каждым студентом индивидуально. Защиты тоже индивидуально.</p> |
| <p>Практическое задание (ПЗ)</p> | <p>Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий</p> | <p>Комплект задач и заданий: Классификация регенеративных подогревателей. ПНД поверхностного типа. ПНД смешивающего типа. Встроенные обратные клапаны смешивающих ПНД. Сравнительная характеристика поверхностных и смешивающих подогревателей. Схемы включения смешивающих подогревателей. Принцип действия и конструкция ПВД коллекторного типа. Сравнительная характеристика коллекторных и камерных ПВД. Схема защиты ПВД. Выносные пароохладители ПВД. Принцип действия и конструкция сетевых подогревателей. Тепловой расчет регенеративных подогревателей. Расчет k-та теплопередачи в ПВД. Конструктивный расчет подогревателей. Гидравлический расчет подогревателей. Поверочный расчет теплообменников. Типы деаэраторов и их назначение. Конструкция и принцип действия струйного деаэратора. Охладитель выпара деаэратора. Тепловой расчет струйных деаэраторов. Струйный деаэратор с барботажной ступенью. Пленочные деаэраторы с неупорядоченной насадкой.</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>Предохранительные устройства деаэраторов.</p> <p>Схемы включения деаэраторов в т/у.</p> <p>Конструкция и принцип действия испарителя. Расчет поверхности нагрева.</p> <p>Испарительная установка.</p> <p>Многоступенчатые испарительные установки.</p> <p>Схемы питания испарителей МИУ.</p> <p>Борьба с накипью в испарителях.</p> <p>Основные характеристики трубопроводов, классификация.</p> <p>Расчет трубопроводов на самокомпенсацию.</p> <p>Определение напряжений в трубопроводах.</p> <p>Критический диаметр теплоизоляции трубопроводов.</p> <p>Расчет толщины теплоизоляции трубопроводов. Маркировка трубопроводов.</p> <p>Главная и универсальная характеристики насосов.</p> <p>Работа насоса на сеть.</p> <p>Регулирование производительности.</p> <p>Совместная работа насосов.</p> <p>Параллельное и последовательное включение насосов.</p> <p>Привод насосов.</p> <p>Кавитация в насосах.</p> <p>Борьба с кавитацией в насосах.</p> <p>Основные характеристики питательных насосов.</p> <p>Основные характеристики конденсатных насосов.</p> <p>Основные характеристики сетевых насосов.</p> <p>Основные характеристики циркуляционных насосов.</p> <p>Водогрейные котлы.</p> <p>Принципиальная схема газовоздушного тракта для котлов, работающих на углях умеренной влажности.</p> <p>Принципиальная схема газовоздушного тракта для котлов, работающих на углях высокой влажности.</p> <p>Принципиальная схема газовоздушного тракта для котлов, работающих на углях с малым</p> |
|--|--|--|

| | | |
|----------------------------|--|--|
| | | <p>выходом летучих. Принципиальная схема газоздушного тракта газомазутных котлов. Преимущества схемы под наддувом. Потери напора в газоздушных трактах. Рациональное выполнение основных элементов газоздушного тракта. Сухие инерционные золоуловители. Мокрые инерционные золоуловители. Электрофильтры. КПД электрофильтров. Основные типы дымовых труб. Конструкции одноствольных дымовых труб. Дымовые трубы с прижимной футеровкой. Дымовые трубы с вентилируемым зазором. Дымовые трубы с проходным зазором. Многоствольные дымовые трубы. Конструкция стволов многоствольной дымовой трубы. Методы сооружения дымовых труб. Расчет высоты дымовой трубы. Тягодутьевые машины котлов. Безразмерные характеристики тягодутьевых машин. Аэродинамическая схема рабочего колеса. Шумовые характеристики тягодутьевых машин. Регулирование тягодутьевых машин.</p> |
| <p>Собеседование (Сбс)</p> | <p>Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.</p> | <p>Комплект задач и заданий: Классификация регенеративных подогревателей. ПНД поверхностного типа. ПНД смешивающего типа. Встроенные обратные клапаны смешивающих ПНД. Сравнительная характеристика поверхностных и смешивающих подогревателей. Схемы включения смешивающих подогревателей. Принцип действия и конструкция ПВД коллекторного типа. Сравнительная характеристика</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>коллекторных и камерных ПВД. Схема защиты ПВД. Выносные пароохладители ПВД. Принцип действия и конструкция сетевых подогревателей. Тепловой расчет регенеративных подогревателей. Расчет к-та теплопередачи в ПВД. Конструктивный расчет подогревателей. Гидравлический расчет подогревателей. Поверочный расчет теплообменников. Типы деаэраторов и их назначение. Конструкция и принцип действия струйного деаэраторов. Охладитель выпара деаэратора. Тепловой расчет струйных деаэраторов. Струйный деаэратор с барботажной ступенью. Пленочные деаэраторы с неупорядоченной насадкой. Предохранительные устройства деаэраторов. Схемы включения деаэраторов в т/у. Конструкция и принцип действия испарителя. Расчет поверхности нагрева. Испарительная установка. Многоступенчатые испарительные установки. Схемы питания испарителей МИУ. Борьба с накипью в испарителях. Основные характеристики трубопроводов, классификация. Расчет трубопроводов на самокомпенсацию. Определение напряжений в трубопроводах. Критический диаметр теплоизоляции трубопроводов. Расчет толщины теплоизоляции трубопроводов. Маркировка трубопроводов. Главная и универсальная характеристики насосов. Работа насоса на сеть. Регулирование производительности. Совместная работа насосов. Параллельное и последовательное</p> |
|--|--|---|

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>включение насосов. Привод насосов. Кавитация в насосах. Борьба с кавитацией в насосах. Основные характеристики питательных насосов. Основные характеристики конденсатных насосов. Основные характеристики сетевых насосов. Основные характеристики циркуляционных насосов. Водогрейные котлы. Принципиальная схема газоздушного тракта для котлов, работающих на углях умеренной влажности. Принципиальная схема газоздушного тракта для котлов, работающих на углях высокой влажности. Принципиальная схема газоздушного тракта для котлов, работающих на углях с малым выходом летучих. Принципиальная схема газоздушного тракта газомазутных котлов. Преимущества схемы под наддувом. Потери напора в газоздушных трактах. Рациональное выполнение основных элементов газоздушного тракта. Сухие инерционные золоуловители. Мокрые инерционные золоуловители. Электрофильтры. КПД электрофильтров. Основные типы дымовых труб. Конструкции одноствольных дымовых труб. Дымовые трубы с прижимной футеровкой. Дымовые трубы с вентилируемым зазором. Дымовые трубы с проходным зазором. Многоствольные дымовые трубы. Конструкция стволов многоствольной дымовой трубы. Методы сооружения дымовых труб.</p> |
|--|--|--|

| | | |
|--------------------|--|--|
| | | <p>Расчет высоты дымовой трубы. Тягодутьевые машины котлов. Безразмерные характеристики тягодутьевых машин. Аэродинамическая схема рабочего колеса. Шумовые характеристики тягодутьевых машин. Регулирование тягодутьевых машин.</p> |
| <p>Тест (Тест)</p> | <p>Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося</p> | <p>Комплект тестовых заданий</p> <p>Далее приводятся примеры тестов.</p> <p>I. Регенеративные и сетевые подогреватели</p> <p>1. Указать оборудование, относящееся к пароводяному тракту ТЭС:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Главный паропровод 2. Дымосос 3. Дутьевой вентилятор 4. Регенеративный подогреватель 5. Питательный насос <p>Ответ: 1, 4, 5.</p> <p>2. Указать оборудование, относящееся к газоздушному тракту ТЭС:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Главный паропровод 2. Дымосос 3. Дутьевой вентилятор 4. Регенеративный подогреватель 5. Питательный насос <p>Ответ: 2, 3.</p> <p>3. В каком месте устанавливаются регенеративные подогреватели низкого давления</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. После дымососа 2. Между конденсатными насосами и деаэратором 3. Между питательным насосом и котлом 4. За сетевыми подогревателями 5. Перед калорифером <p>Ответ: 2.</p> <p>4. В каком месте устанавливаются регенеративные подогреватели высокого давления</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. После дымососа |

| | | |
|----------------|--|---|
| | | <p>2. Между конденсатными насосами и деаэратором</p> <p>3. Между питательным насосом и котлом</p> <p>4. За сетевыми подогревателями</p> <p>5. Перед калорифером</p> <p>Ответ: 3.</p> |
| Тренажер (Трн) | <p>Техническое средство, которое может быть использовано для контроля приобретенных студентом профессиональных навыков и умений по управлению конкретным материальным объектом</p> | <p>Комплект заданий для работы на тренажере</p> <p>Исследование режимов работы газовоздушного тракта конденсационного энергоблока мощностью 300 МВт на компьютерном тренажере.</p> <p>Отключение ПНД-3,4 на компьютерном тренажере конденсационного энергоблока мощностью 300 МВт.</p> <p>Аварийное отключение основного питательного насоса конденсационного энергоблока мощностью 300 МВт на компьютерном тренажере.</p> <p>Прикладные задачи тренажёра энергблока ПГУ-410.</p> <p>Включение в работу системы охлаждения блока</p> <p>Включение в работу маслосистемы блока</p> <p>Пуск системы уплотнения вала генератора, включение ВПУ ГТ и ПТ</p> <p>Подготовка и пуск вакуумно-конденсационной установки</p> <p>Пуск деаэраторной установки</p> <p>Подготовка и заполнение котла-утилизатора</p> <p>Пуск газового хозяйства энергоблока</p> <p>Пуск комплексного воздухоподготовительного устройства.</p> <p>Подготовка к пуску ГТ</p> <p>Подготовка к пуску паровой турбины</p> <p>Нагружение газовой турбины</p> |

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих

этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: ПК-1, ПК-1.1.

Тест

| <i>Вопрос</i> | <i>Варианты ответа</i> |
|---|---|
| Указать оборудование, относящееся к пароводяному тракту ТЭС | 1. Главный паропровод |
| | 2. Дымосос |
| | 3. Дутьевой вентилятор |
| | 4. Регенеративный подогреватель |
| В чем задача теплового расчета теплообменника | 1. Определить размеры |
| | 2. Найти площадь поверхности нагрева |
| | 3. Найти гидравлическое сопротивление |
| | 4. Определить коэффициент теплопередачи |
| В чем задача поверочного расчета теплообменника | 1. Проверить условия поставки |
| | 2. Проверить соответствие номинальному режиму |
| | 3. Проверить габаритные размеры |
| | 4. Проверить величину недогрева |

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-1, ПК-1.2.

Тест

| <i>Вопрос</i> | <i>Варианты ответа</i> |
|--|--|
| Назовите основные нормативные документы | 1. Правила технической эксплуатации |
| | 2. Нормы расчета нагрузок на площадки котлов |
| | 3. Правила контроля за осадками фундаментов |
| | 4. Правила устройства трубопроводов |
| Что содержат Нормы технологического проектирования ТЭС | 1. Выбор площадки ТЭС |
| | 2. Обоснование мощности ТЭС |
| | 3. Согласование режимов поставок топлива |
| | 4. Расчет стоимости потребляемой воды |
| Что такое промышленная безопасность ТЭС | 1. Предотвращение травм персонала |
| | 2. Предупреждение повреждения оборудования |
| | 3. Обеспечение экологических норм |
| | 4. Контроль аварийных ситуаций |
| Какие компьютерные средства необходимы для успешной работы | 1. Microsoft Office |
| | 2. Photoshop |
| | 3. InDesign |
| | 4. Windows |

Проверяемая компетенция: ПК-1, ПК-1.3.

Тест

| <i>Вопрос</i> | <i>Варианты ответа</i> |
|--|---------------------------|
| Как организован отвод паровоздушной смеси из | 1. Из верхней части |
| | 2. Над уровнем конденсата |

| | |
|--|--|
| регенеративных подогревателей | 3. Из дренажной линии |
| | 4. Из нижней части |
| Какие программы можно использовать при подготовке чертежей | 1. Adobe Photoshop |
| | 2. Adobe Acrobat |
| | 3. Компас |
| | 4. Средства Word |
| Как обеспечивается высокая надежность дымовой трубы | 1. Наличием избыточных статических давлений. |
| | 2. Наличием зазора с принудительной вентиляцией. |
| | 3. Снижением температуры дымовых газов |
| | 4. Применением кислотоупорной футеровки |

Проверяемая компетенция: ПК-1, ПК-1.4.

Тест

| <i>Вопрос</i> | <i>Варианты ответа</i> |
|--|----------------------------------|
| Назовите элементы арматуры трубопроводов | 1. Задвижка |
| | 2. Уголок |
| | 3. Прокладка |
| | 4. Предохранительный клапан |
| Назовите элементы фурнитуры трубопроводов | 1. Дренаж |
| | 2. Тройник |
| | 3. Заглушка |
| | 4. Дроссельная шайба |
| Из каких материалов изготавливаются главные трубопроводы ТЭС | 1. Серый чугун |
| | 2. Бронза |
| | 3. Углеродистая сталь |
| | 4. Легированная сталь |
| Что нужно для расчета диаметра трубопровода | 1. Знать расход среды |
| | 2. Знать температуру среды |
| | 3. Знать скорость движения среды |
| | 4. Знать длину трубопровода |

Для текущего контроля ТКЗ:

Проверяемая компетенция: ПК-2, ПК-2.1.

Тест

| <i>Вопрос</i> | <i>Варианты ответа</i> |
|---|--|
| Что содержит инструкция по эксплуатации котла | 1. Основные сведения о котле |
| | 2. Подготовку котла к растопке |
| | 3. Необходимое освещение на площадках котла |
| | 4. Останов котла |
| Что содержат методические указания по проведению гидравлических испытаний трубопроводов | 1. Уровни давления |
| | 2. Температуру среды |
| | 3. Допустимую концентрацию примесей |
| | 4. Длительность испытаний |
| Какой документ имеет такой шифр: РД 153-34.0- | 1. Типовая инструкция по эксплуатации металлических дымовых труб |

| | |
|-----------|--|
| 21.524-98 | 2.Типовая инструкция по эксплуатации электрофильтров |
| | 3. Типовая инструкция по эксплуатации деаэрационных установок |
| | 4.Методические указания по эксплуатации вентиляторных градирен |

Вопросы к комплексному заданию

1. Классификация регенеративных подогревателей.
2. ПНД поверхностного типа.
3. ПНД смешивающего типа.
4. Встроенные обратные клапаны смешивающих ПНД.
5. Сравнительная характеристика поверхностных и смешивающих подогревателей.
6. Схемы включения смешивающих подогревателей.
7. Принцип действия и конструкция ПВД коллекторного типа.
8. Сравнительная характеристика коллекторных и камерных ПВД.
9. Схема защиты ПВД.
10. Выносные пароохладители ПВД.
11. Принцип действия и конструкция сетевых подогревателей.
12. Тепловой расчет регенеративных подогревателей.
13. Расчет k -та теплопередачи в ПВД.
14. Конструктивный расчет подогревателей.
15. Гидравлический расчет подогревателей.
16. Поверочный расчет теплообменников.
17. Типы деаэраторов и их назначение.
18. Конструкция и принцип действия струйного деаэраторов.
19. Охладитель выпара деаэратора.
20. Тепловой расчет струйных деаэраторов.
21. Струйный деаэратор с барботажной ступенью.
22. Пленочные деаэраторы с неупорядоченной насадкой.
23. Предохранительные устройства деаэраторов.
24. Схемы включения деаэраторов в т/у.

Типовые задачи:

1. Расчет поверхности нагрева.
2. Расчет трубопроводов на самокомпенсацию.
3. Определение напряжений в трубопроводах.
4. Определение критического диаметра теплоизоляции трубопроводов.

Для промежуточной аттестации:

1. Главная и универсальная характеристики насосов.
2. Работа насоса на сеть. Регулирование производительности.
3. Совместная работа насосов. Параллельное и последовательное включение насосов.
4. Привод насосов.
5. Кавитация в насосах.
6. Борьба с кавитацией в насосах.

7. Основные характеристики питательных насосов.
8. Основные характеристики конденсатных насосов.
9. Основные характеристики сетевых насосов.
10. Основные характеристики циркуляционных насосов.
11. Водогрейные котлы.
12. Принципиальная схема газоздушного тракта для котлов, работающих на углях умеренной влажности.
13. Принципиальная схема газоздушного тракта для котлов, работающих на углях высокой влажности.
14. Принципиальная схема газоздушного тракта для котлов, работающих на углях с малым выходом летучих.
15. Принципиальная схема газоздушного тракта газомазутных котлов.
Преимущества схемы под наддувом.
16. Потери напора в газоздушных трактах.
17. Рациональное выполнение основных элементов газоздушного тракта.
18. Сухие инерционные золоуловители.
19. Мокрые инерционные золоуловители.
20. Электрофильтры. КПД электрофильтров.
21. Основные типы дымовых труб.
22. Конструкции одноствольных дымовых труб.
23. Дымовые трубы с прижимной футеровкой.
24. Дымовые трубы с вентилируемым зазором.
25. Дымовые трубы с проходным зазором.
26. Многоствольные дымовые трубы.
27. Конструкция стволов многоствольной дымовой трубы.
28. Методы сооружения дымовых труб.
29. Расчет высоты дымовой трубы.
30. Тягодутьевые машины котлов.
31. Безразмерные характеристики тягодутьевых машин.
32. Аэродинамическая схема рабочего колеса.
33. Шумовые характеристики тягодутьевых машин.
34. Регулирование тягодутьевых машин.