

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.11

(индекс дисциплины)

**Источники и системы теплоснабжения предприятий и объектов
ЖКХ**

(Наименование дисциплины)

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

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Уровень образования: Прикладной бакалавриат

План учебного процесса

| Составляющие учебного процесса | | Очное обучение | Очно-заочное обучение | Заочное обучение |
|---|--------------------------|----------------|-----------------------|------------------|
| Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы) | Всего | 216 | | |
| | Аудиторные занятия | 116 | | |
| | Лекции | 52 | | |
| | Лабораторные занятия | 12 | | |
| | Практические занятия | 52 | | |
| | Самостоятельная работа | 100 | | |
| | Промежуточная аттестация | | | |
| Формы контроля по семестрам (номер семестра) | Экзамен | | | |
| | Зачет | 6,7 | | |
| | КР | 6 | | |
| | | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы) | | 6 | | |

| Форма обучения: | Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам | | | | | | | | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|----------|----------|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Очная | | | | | | 4 | 2 | | | |
| Очно-заочная | | | | | | | | | | |
| Заочная | | | | | | | | | | |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

На основании учебных планов № бр130301-3_20

Кафедра-разработчик: Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Заведующий кафедрой: Злобин В.Г.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Теплосиловых установок и тепловых двигателей (ТСУ и ТД)

Заведующий кафедрой: ТСУ и ТД Злобин В.Г.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Цели дисциплины состоят в ознакомлении будущих бакалавров с современными и перспективными технологиями производства и передачи потребителям тепловой энергии, а также с типовыми конструкциями элементов и принципами работы систем теплоснабжения. Сформировать компетенции обучающегося в области промышленных когенерационных источников энергоснабжения.

1.3. Задачи дисциплины

- Задачи освоения дисциплины заключаются в выработке умений и навыков для оценки и анализа физических процессов, протекающих при использовании систем теплоснабжения, освоении бакалаврами методов их расчетов и оценки эффективности.
- Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений.
- Ознакомить с существующими системами энергоснабжения промышленных потребителей от ТЭС и ТЭЦ.
- Указать перспективные направления снижения потребляемых ресурсов при производстве тепловой и электрической энергии на ТЭС и ТЭЦ.
- Научить выполнять тепловые расчеты основного и вспомогательного оборудования ТЭС и ТЭЦ.
- Привить навыки самостоятельно принимать решения при выборе оборудования источников энергоснабжения и эффективной его эксплуатации.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код компетенции | Формулировка компетенции | Этап формирования |
|-----------------|---|-------------------|
| ПК - 3 | Способность участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам. | 2 |

Планируемые результаты обучения

Знать:

1) Виды, конструкции, характеристики тепломеханического оборудования и устройств ТЭС.

Уметь:

1) Планировать и проектировать работы по эксплуатации тепломеханического оборудования, предусматривать необходимые ресурсы для выполнения работ.

Владеть:

1) Правилами технической эксплуатации, действующими организационно-распорядительными, нормативными, методическими документами по вопросам эксплуатации тепломеханического оборудования.

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п. 1.4:

- Экономика и управление промышленными предприятиями (ПК-3)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля | Выделяемое время (часы) | | |
|--|-------------------------|-----------------------|------------------|
| | очное обучение | очно-заочное обучение | заочное обучение |
| Учебный модуль 1. Расчет тепловых нагрузок в системе теплоснабжения. | | | |
| Тема 1. Энергетическая эффективность теплофикации. Введение. Оценка эффективности теплофикации. Показатели удельного расхода топлива на выработку тепловой и электрической энергии на КЭС, ТЭЦ и в котельных. | 12 | | |
| Тема 2. Тепловое потребление. Виды теплового потребления. Классификация тепловых нагрузок. Расчет часовых и годового расходов теплоты по видам теплопотребления. График продолжительности | 12 | | |
| Текущий контроль 1. (опрос) | 2 | | |
| Учебный модуль 2. Системы теплоснабжения. | | | |
| Тема 3. Характеристика систем теплоснабжения. Классификация систем теплоснабжения. Выбор теплоносителя и типа системы теплоснабжения. Водяные и паровые системы теплоснабжения. | 12 | | |
| Тема 4. Характеристика систем отопления и ГВС. Системы отопления, системы ГВС, Типы отопительных приборов. Новые типы систем теплоснабжения | 12 | | |
| Текущий контроль 2. (опрос) | 2 | | |
| Учебный модуль 3. Регулирование водяных систем теплоснабжения. | | | |
| Тема 5. Режимы регулирования водяных систем теплоснабжения. Методы регулирования. Регулирование однородной тепловой нагрузки. Температурный график. Тепловой и гидравлический режимы при регулировании разнородной тепловой нагрузки. Связное регулирование по совмещенной тепловой нагрузке отопления и ГВС. | 12 | | |
| Тема 6. Гидравлический расчет и разработка гидравлических режимов водяных тепловых сетей. Последовательность гидравлического расчета. Гидравлические режимы тепловых сетей. Построение и использование пьезометрического графика. Выбор насосов тепловых сетей. | 12 | | |
| Текущий контроль 3. (опрос) | 2 | | |
| Учебный модуль 4. Инженерное оборудование тепловых сетей. | | | |
| Тема 7. Оборудование тепловых сетей Тепловые сети. Способы прокладки, трубы, опоры, тепловая изоляция, компенсаторы, арматура. Тепловые пункты | 12 | | |
| Тема 8. Системы учета и регулирования теплопотребления Измерение температуры, давления, расхода теплоносителя и тепловой энергии. Приборы автоматического регулирования теплопотребления. | 12 | | |
| Текущий контроль 4. (опрос) | 2 | | |
| Учебный модуль 5. Инженерные расчеты тепловых сетей. | | | |
| Тема 9. Расчет тепловых потерь изолированных теплопроводов. Потери тепла при надземных, подземных бесканальных и канальных прокладках. Определение толщины тепловой изоляции. | 12 | | |
| Тема 10. Прочностной расчет трубопроводов. Расчет труб на прочность. Расчет напряжений от внутреннего давления, от весовой и ветровой нагрузок. Расчет П-образных компенсаторов. | 12 | | |
| Текущий контроль 5. (опрос) | 2 | | |
| Курсовая работа | 10 | | |
| Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет) | 4 | | |
| Учебный модуль 6. Тепловая экономичность и энергетические показатели ТЭС и ТЭЦ. | | | |
| Тема 11. Влияние начальных и конечных параметров пара на тепловую экономичность ТЭС. Промежуточный перегрев пара. Регенеративный подогрев питательной воды. | 8 | | |
| Тема 12. Показатели тепловой экономичности КЭС и ТЭЦ. Сравнение тепловой экономичности и энергетических показателей | 10 | | |

| Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля | Выделяемое время (часы) | | |
|---|-------------------------|-----------------------|------------------|
| | очное обучение | очно-заочное обучение | заочное обучение |
| конденсационной электростанции (КЭС) и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). | | | |
| Текущий контроль 6. (опрос) | 2 | | |
| Учебный модуль 7. Тепловая схема ТЭЦ. Устройство, основные характеристики и тепловые расчеты основного тепломеханического оборудования ТЭЦ. | | | |
| Тема 13. Отпуск пара промышленным тепловым потребителям. Редукционно-охладительные и паропреобразовательные установки. Применение термокомпрессорных установок. | 8 | | |
| Тема 14. Отпуск тепла на отопление коммунальных потребителей. Тепловой расчет узла сетевых подогревателей. Узел подпитки тепловой сети. | 8 | | |
| Тема 15. Тепловая схема ТЭЦ. Составление и методика расчета принципиальной тепловой схемы ТЭЦ. | 8 | | |
| Текущий контроль 7. (опрос) | 2 | | |
| Учебный модуль 8. Техническое водоснабжение. Топливное хозяйство ТЭЦ. Компонировка главного корпуса. | | | |
| Тема 16. Источники и системы водоснабжения ТЭЦ. Твердое топливо и топливное хозяйство для его подготовки к сжиганию. Мазутное хозяйство ТЭС. | 10 | | |
| Тема 17. Типы компоновки главного корпуса ТЭЦ. Поперечная и продольная компоновка главного корпуса ТЭЦ. | 10 | | |
| Текущий контроль 8. (опрос) | 2 | | |
| Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет) | 4 | | |
| ВСЕГО: | 216 | | |

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

| Номера изучаемых тем | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|----------------------|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) |
| 1 | 6 | 4 | | | | |
| 2 | 6 | 2 | | | | |
| 3 | 6 | 2 | | | | |
| 4 | 6 | 2 | | | | |
| 5 | 6 | 2 | | | | |
| 6 | 6 | 4 | | | | |
| 7 | 6 | 2 | | | | |
| 8 | 6 | 2 | | | | |
| 9 | 6 | 2 | | | | |
| 10 | 6 | 2 | | | | |
| 11 | 7 | 4 | | | | |
| 12 | 7 | 4 | | | | |
| 13 | 7 | 4 | | | | |
| 14 | 7 | 4 | | | | |
| 15 | 7 | 4 | | | | |
| 16 | 7 | 4 | | | | |
| 17 | 7 | 4 | | | | |
| ВСЕГО: | | 52 | | | | |

3.2. Практические занятия

| Номера изучаемых тем | Наименование и форма занятий | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|----------------------|--|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
| | | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) |
| 1 | Энергетическая эффективность теплофикации | 6 | 4 | | | | |

| Номера изучаемых тем | Наименование и форма занятий | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|----------------------|--|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
| | | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) |
| | Оценка эффективности теплофикации. Показатели удельного расхода топлива на выработку тепловой и электрической энергии на КЭС, ТЭЦ и в котельных. | | | | | | |
| 2 | Тепловое потребление Виды теплового потребления. Классификация тепловых нагрузок. Расчет часовых и годового расходов теплоты по видам теплопотребления. График продолжительности | 6 | 4 | | | | |
| 3 | Характеристика систем теплоснабжения Классификация систем теплоснабжения. Выбор теплоносителя и типа системы теплоснабжения. Водяные и паровые системы теплоснабжения. | 6 | 4 | | | | |
| 4 | Режимы регулирования водяных систем теплоснабжения Методы регулирования. Регулирование однородной тепловой нагрузки. Температурный график. Тепловой и гидравлический режимы при регулировании разнородной тепловой нагрузки. Связное регулирование по совмещенной тепловой нагрузке отопления и ГВС. | 6 | 4 | | | | |
| 5 | Гидравлический расчет и разработка гидравлических режимов водяных тепловых сетей Последовательность гидравлического расчета. Гидравлические режимы тепловых сетей. Построение и использование пьезометрического графика. Выбор насосов тепловых сетей. | 6 | 4 | | | | |
| 6 | Расчет тепловых потерь изолированных теплопроводов Потери тепла при надземных, подземных бесканальных и канальных прокладках. Определение толщины тепловой изоляции | 6 | 4 | | | | |
| 11 | Определение влияния | 7 | 2 | | | | |

| Номера изучаемых тем | Наименование и форма занятий | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|----------------------|---|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
| | | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) |
| | начальных и конечных параметров пара на тепловую экономичности ТЭС. Промежут. перегрев пара | | | | | | |
| 12 | Составление балансовых уравнений энергии сжигаемого топлива. КПД ТЭС и ТЭЦ | 7 | 2 | | | | |
| 13 | Расчет редуционно-охладительных установок при отпуске пара потребителям | 7 | 2 | | | | |
| 13 | Отпуск пара из паропреобразовательной установки и его расчет. | 7 | 2 | | | | |
| 13 | Отпуск пара с помощью термокомпрессоров, их расчет | 7 | 2 | | | | |
| 14 | Отпуск тепла на отопление. Расчет узла сетевых подогревателей | 7 | 2 | | | | |
| 15 | Регенеративный подогрев питательной воды. Расчет деаэрационных установок | 7 | 2 | | | | |
| 15 | Расчет узла подпитки тепловой сети | 7 | 2 | | | | |
| 15 | Включение в тепловую схему ТЭЦ расширителей непрерывной продувки. Расчет. | 7 | 4 | | | | |
| 15 | Пример расчета тепловой схемы ТЭЦ | 7 | 4 | | | | |
| 15 | Годовые показатели работы ТЭЦ | 7 | 4 | | | | |
| ВСЕГО: | | | 52 | | | | |

3.3. Лабораторные занятия

| Номера изучаемых тем | Наименование лабораторных занятий | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|----------------------|--|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
| | | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) |
| 1 | Экспериментальные исследования эффективности системы теплоснабжения | 6 | 3 | | | | |
| 4 | Изучение устройства и основных характеристик устройств системы отопления | 6 | 3 | | | | |
| 4 | Определение теплоотдачи отопительных приборов | 6 | 3 | | | | |
| 8 | Определение потерь тепловой энергии при ее транспортировании | 6 | 3 | | | | |
| ВСЕГО: | | | 12 | | | | |

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1. Цели курсовой работы

Цели выполнения курсовой работы состоят в приобретении навыков самостоятельного принятия основных инженерных решений при проектировании системы теплоснабжения

Задачи курсовой работы

Задачи выполнения курсовой работы заключаются в выработке умений и навыков выбора теплоносителя, типа системы теплоснабжения, температурного графика, расчета и способов регулирования тепловой нагрузки, выбора теплогенерирующего и насосного оборудования, способов прокладки и инженерного оборудования тепловых сетей, оценки эффективности принятых технических решений.

Привить способности к самостоятельному использованию современной нормативной литературы, необходимой при проектировании систем теплоснабжения.

4.2. Тематика курсовой работы

Расчет системы теплоснабжения промышленных и коммунально-бытовых потребителей в заданном населенном пункте

4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Работа выполняется индивидуально с использованием действующей нормативно-технической литературы, расчетных программ.

Результаты представляются в виде пояснительной записки объемом 60-70 с. печатного текста, содержащего следующие обязательные элементы:

- Обоснование на каждом этапе принятых инженерных решений
- Расчеты,
- Графики,
- Иллюстрации,
- Экономический анализ эффективности принятых технических решений.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

| Номера учебных модулей, по которым проводится контроль | Форма контроля знаний | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|--|-----------------------|----------------|--------|-----------------------|--------|------------------|--------|
| | | Номер семестра | Кол-во | Номер семестра | Кол-во | Номер семестра | Кол-во |
| 1,2,3,4,5 | Опрос | 6 | 5 | | | | |
| 6,7,8 | Опрос | 7 | 3 | | | | |

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

| Виды самостоятельной работы обучающегося | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|--|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) |
| Усвоение теоретического материала | 6 | 40 | | | | |
| Подготовка к практическим занятиям | 6 | 30 | | | | |
| Подготовка к курсовой работе | 6 | 10 | | | | |
| Подготовка к зачету | 6 | 4 | | | | |
| Усвоение теоретического материала | 7 | 6 | | | | |
| Подготовка к практическим занятиям | 7 | 6 | | | | |
| Подготовка к зачету | 7 | 4 | | | | |
| | ВСЕГО: | 100 | | | | |

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

| Наименование видов учебных занятий | Используемые инновационные формы | Объем занятий в инновационных формах (часы) | | |
|------------------------------------|--|---|-----------------------|------------------|
| | | очное обучение | очно-заочное обучение | заочное обучение |
| Лекции | Разбор конкретных ситуаций при эксплуатации систем теплоснабжения (полное аварийное заморозжение г. Тихвина в 2003 г., перевод системы теплоснабжения г. Приозерска с открытой на закрытую систему теплоснабжения и др.) | 17 | | |
| Практические занятия | Поиск вариантов решения проблемных ситуаций (case-study); презентация домашнего задания. | 17 | | |
| ВСЕГО: | | 34 | | |

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Под ред. В.М. Лебедева. Источники и системы теплоснабжения предприятий [Электронный ресурс]: учебник.— Электрон. текстовые данные.— Изд-во УМЦ ЖДТ (Маршрут) 2013 г. 384 стр.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26805>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Шукуров И.С. Инженерные сети [Электронный ресурс]: учебник/ Шукуров И.С., Дьяков И.Г., Микири К.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 278 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49871>.— ЭБС «IPRbooks».

б) дополнительная учебная литература

3. Белоусов, В.Н. Системы и узлы учета расхода энергоресурсов [Текст] : учеб. пособие / В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин, В.Ю. Лакомкин; СПбГТУРП, каф. пром. теплоэнергетики. – СПб, 2014. – 20 с.— Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/7.pdf>.— Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭ.
4. Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей РД 34.03.201-97 / — Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013.— 200 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22728>.— ЭБС «IPRbooks».
5. Строительство, реконструкция, капитальный ремонт объектов капитального строительства. Инженерное оборудование зданий и сооружений и внешние сети. Автоматизация инженерных систем зданий и сооружений [Электронный ресурс]: сборник нормативных актов и документов/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2015.— 466 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30240>.— ЭБС «IPRbooks».

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6. Иванов В.Д. Системы теплоснабжения предприятий: учебно-методическое пособие для самостоятельной подготовки и выполнения контрольных и курсовой работ / СПбГТУРП. СПб., 2014. – 118 с.— Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1.pdf>.— ЭБ ВШТЭ.
7. Иванов В.Д. Системы теплоснабжения предприятий: учебно-методическое пособие для самостоятельной подготовки и выполнения контрольных и курсовой работ / СПбГТУРП. СПб., 2014. – 118 с.— Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1.pdf>.— ЭБ ВШТЭ.
8. Минко В.А. Комплексное проектирование установок центрального водяного отопления зданий жилищно-гражданского назначения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Минко В.А., Подпороинов Б.Ф., Семенов А.С.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский

государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.— 179 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28348>.— ЭБС «IPRbooks».

9. Зеликов В.В. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию [Электронный ресурс]/ Зеликов В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2013.— 624 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13551>.— ЭБС «IPRbooks».

10. Бегляров А.Э. Основы проектирования тепловых установок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бегляров А.Э.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 207 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40576>.— ЭБС «IPRbooks».

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека ВШТЭ СПбГУПТД: http://nizrp.narod.ru/ebmu_m.htm.
2. Электронная библиотека СПбГУПТД: <http://www.iprbookshop.ru>.
3. Издательский дом МЭИ - publish@mpei.ru, publish@mpei-publishers.ru.

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1.
2. Microsoft Office Professional 2013.
3. AutoDesk AutoCAD 2015.
4. AutoDesk Inventor 2015.

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

1. Компьютерный класс.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Демонстрационные, раздаточные материалы.
2. Каталоги энергетического оборудования.
3. Макет теплового пункта.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

| Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся | Организация деятельности обучающегося |
|---|---|
| Лекции | Работа с лекционным материалом, учебной и технической литературой, Интернет-ресурсами. Формулировка выводов. |
| Практические занятия | Работа с нормативно-технической литературой, анализ примеров расчета эффективности различных автономных источников энергоснабжения, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр примеров разработанных проектов реконструкции систем теплоснабжения, решение задач по оценке эффективности инвестиций с применением различных методов, формулировка выводов. |
| Лабораторные занятия | Работа с конспектом лекций, изучение методических указаний по выполнению лабораторных работ, знакомство с лабораторным оборудованием, порядком его использования, техникой безопасности при выполнении лабораторных работ, анализ полученных результатов, формулирование выводов. |
| Самостоятельная работа | Расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на практических занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации. Решение практических задач; проработка конкретных ситуаций; использование интернет-ресурса. Для выполнения курсовой работы необходимо изучение научной, учебной, нормативной и др. литературы. Отобрать необходимый материал; провести |

| | |
|---|---|
| Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся | Организация деятельности обучающегося |
| | практические расчеты по теме, сформулировать выводы и разработать конкретные рекомендации по достижению поставленной цели и задач. При подготовке к зачету и экзамену необходимо проработать конспекты лекций и практических занятий, рекомендуемую литературу, каталоги энергетического оборудования, составить алгоритмы ответов на вопросы к зачету, продумать ответы на возможные дополнительные вопросы преподавателя. |

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

| Код компетенции (этап освоения) | Показатели оценивания компетенций | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---------------------------------|---|---|--|
| ПК-3 (2) | <p>1. Студент демонстрирует знание отечественной и зарубежной научно-технической литературы и периодических изданий, патентной литературы, интернет-порталов, семинаров, конференций, выставок по тематике ТЭС и теплоснабжения.</p> <p>2. Находит время для посещения выставок и участия в семинарах и конференциях по тематике ТЭС и теплоснабжения.</p> <p>3. Обладает приемами инженерного анализа результатов расчета режимов работы ТЭС и систем теплоснабжения для разработки рекомендаций по их усовершенствованию.</p> | <p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Типовое практическое задание</p> <p>3. Курсовая работа</p> | <p>1. Перечень вопросов к зачету (76 вопросов)</p> <p>2. Перечень практических заданий (23 задачи)</p> <p>3. Тема и задания к курсовой работе (25 вариантов)</p> |

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

| Оценка по традиционной шкале | Критерии оценивания сформированности компетенций |
|------------------------------|--|
| | Курсовая работа |
| отлично | Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемой электрической цепи. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки. |
| хорошо | Работа выполнена в необходимом объеме при отсутствии ошибок, что свидетельствует о самостоятельности при работе с источниками информации. Полученные результаты связаны с базовыми понятиями в области электротехники. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место несущественные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы, или нарушены сроки предоставления работы к защите. |

| | |
|------------------------------|--|
| удовлетворительно | Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием. |
| неудовлетворительно | Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубые нарушения правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопросы без помощи преподавателя. |
| Оценка по традиционной шкале | Критерии оценивания сформированности компетенций |
| | Устное собеседование |
| Зачтено | Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить тот или иной адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении задания, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами решения задач. Знает принцип работы тепловой электрической станции, знает перечень основного оборудования ТЭС, знает принцип работы каждого элемента в отдельности, отлично знает сущность физических процессов, протекающих на ТЭС. Способен быстро и грамотно оценить влияние внешних условий на протекание процессов и оценить взаимное влияние процессов друг на друга. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо. Получил правильный ответ и может его интерпретировать. |
| Не зачтено | Не знает принцип работы тепловой электрической станции, не знает перечень основного оборудования ТЭС. Не знает сущность физических процессов, протекающих на ТЭС. Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно с большими затруднениями выполняет практическое задание. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий. Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. |

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов к зачету, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

| № п/п | Формулировка вопросов | № темы |
|-------|---|--------|
| 1 | Обзор состояния и перспективы развития отечественной энергетики | 1 |
| 2 | Состояние и приоритеты развития энергетического комплекса Санкт-Петербурга | 1 |
| 3 | Приоритеты развития энергетического комплекса Санкт-Петербурга | 1 |
| 4 | Сравнительная характеристика двух классических схем энергоснабжения: раздельной и на базе теплофикации (краткое описание, преимущества, недостатки, области применения) | 1 |
| 5 | Энергетическая эффективность теплофикации. Численные значения удельных расходов условного топлива (в г/кВтч) на выработку электроэнергии на конденсационных, теплофикационных и противодавленческих турбоагрегатах и на выработку тепла (в кГ/ГДж) на ТЭЦ и в котельных по современной и ранее действовавшей методикам. | 1 |
| 6 | Классификация тепловых нагрузок. Коммунально-бытовое, санитарно-техническое, технологическое теплоснабжение | 2 |
| 7 | Сезонная нагрузка. Отопление. Методы расчета расхода теплоты на отопление | 2 |
| 8 | Сезонная нагрузка. Вентиляция. Методы расчета расхода теплоты на вентиляцию | 2 |
| 9 | Круглогодичная нагрузка. Горячее водоснабжение. Методы расчета расхода теплоты на ГВС | 2 |
| 10 | Круглогодичная нагрузка. Технологическое теплоснабжение | 2 |

| | | |
|----|---|---|
| 11 | Годовой расход теплоты | 2 |
| 12 | Построение и использование графика продолжительности тепловых нагрузок | 2 |
| 13 | Классификация систем теплоснабжения. Выбор теплоносителя и типа системы теплоснабжения. Открытые и закрытые системы теплоснабжения | 3 |
| 14 | Водяные системы теплоснабжения. Зависимые и независимые схемы присоединения абонентских установок к тепловым сетям | 3 |
| 15 | Присоединение отопительных установок в закрытой и открытой системах теплоснабжения | 3 |
| 16 | Присоединение установок ГВС в закрытой системе теплоснабжения. Выбор схемы присоединения водонагревателей ГВС | 3 |
| 17 | Присоединение установок ГВС в открытой системе теплоснабжения. Однотрубная система теплоснабжения | 3 |
| 18 | Паровые системы теплоснабжения промышленных предприятий | 3 |
| 19 | Системы отопления жилых и общественных зданий | 4 |
| 20 | Системы горячего водоснабжения | 4 |
| 21 | Нагревательные приборы систем отопления | 4 |
| 22 | Энергосбережение при использовании технологии «Пассивный дом» | 4 |
| 23 | Режимы регулирования водяных систем теплоснабжения. Методы регулирования | 5 |
| 24 | Регулирование однородной тепловой нагрузки водяных тепловых сетей. Выбор, расчет и построение температурного графика | 5 |
| 25 | Тепловой и гидравлический режимы водяной тепловой сети при комбинированном регулировании разнородной тепловой нагрузки. Регулирование отопительной нагрузки | 5 |
| 26 | Тепловой и гидравлический режимы водяной тепловой сети при комбинированном регулировании разнородной тепловой нагрузки. Регулирование вентиляционной нагрузки | 5 |
| 27 | Тепловой и гидравлический режимы водяной тепловой сети при комбинированном регулировании разнородной тепловой нагрузки. Регулирование нагрузки ГВС | 5 |
| 28 | Необходимость корректировки температурного графика и порядок ее выполнения. Сводный температурный график при качественном регулировании отпуска тепла | 5 |
| 29 | Регулирование отпуска теплоты по совмещенной тепловой нагрузке отопления и ГВС | 5 |
| 30 | Выбор метода центрального регулирования тепловой нагрузки | 5 |
| 31 | Схемы и конфигурации тепловых сетей | 6 |
| 32 | Гидравлический расчет тепловых сетей. Задачи гидравлического расчета. Основные понятия | 6 |
| 33 | Последовательность выполнения гидравлического расчета | 6 |
| 34 | Гидравлические режимы водяных тепловых сетей. Построение и использование пьезометрического графика | 6 |
| 35 | Характеристики насосов. Выбор сетевых, подпиточных, подкачивающих насосов тепловых сетей | 6 |
| 36 | Гидравлический удар в тепловых сетях | 6 |
| 37 | Оборудование тепловых сетей. Тепловые сети. Способы прокладки тепловых сетей | 7 |
| 38 | Оборудование тепловых сетей. Трубы, фасонные изделия и опоры тепловых сетей | 7 |
| 39 | Оборудование тепловых сетей. Тепловая изоляция труб | 7 |
| 40 | Оборудование тепловых сетей. Компенсаторы тепловых сетей | 7 |
| 41 | Оборудование тепловых сетей. Трубопроводная арматура | 7 |
| 42 | Тепловые пункты. Назначение и оборудование тепловых пунктов. Центральные тепловые пункты | 7 |
| 43 | Тепловые пункты. Назначение и оборудование тепловых пунктов. Индивидуальные тепловые пункты. Автоматизированные тепловые пункты | 7 |
| 44 | Системы учета и регулирования теплоснабжения. Измерение температуры, давления, расхода теплоносителя | 8 |
| 45 | Приборы учета тепловой энергии. Приборы автоматического регулирования теплоснабжения | 8 |
| 46 | Расчет тепловых потерь изолированных трубопроводов. Потери тепла трубопроводами при надземных прокладках | 9 |
| 47 | Расчет тепловых потерь изолированных трубопроводов. Потери тепла трубопроводами при подземных бесканальных прокладках | 9 |
| 48 | Расчет тепловых потерь изолированных трубопроводов. Потери тепла | 9 |

| | | |
|----|---|----|
| | трубопроводами при подземных канальных прокладках | |
| 49 | Прочностной расчет трубопроводов тепловых сетей. Расчет труб на прочность. Расчет напряжений в трубах, вызванных внутренним давлением теплоносителя | 10 |
| 50 | Прочностной расчет трубопроводов тепловых сетей. Расчет трубопроводов на весовую и ветровую нагрузки | 10 |
| 51 | Классификация тепловых электрических станций | 11 |
| 52 | Общая структура тепловой схемы ТЭС (принципиальная тепловая схема) | 11 |
| 53 | Технологическая схема ТЭС, работающей на твердом топливе | 11 |
| 54 | Начальные и конечные параметры пара на ТЭС. Зависимость тепловой экономичности ТЭС от начальных параметров | 11 |
| 55 | Промежуточный перегрев пара. Влияние давления пара в промежуточном перегревателе на его эффективность | 12 |
| 56 | Регенеративный подогрев питательной воды. Эффективность регенеративного цикла ПСУ Конечная температура питательной воды. | 12 |
| 57 | Уравнение теплового баланса регенеративных подогревателей смешивающего и поверхностного типа | 12 |
| 58 | Испарительные установки. Схемы включения и расчет однокорпусной испарительной установки | 13 |
| 59 | Конструкция испарительной установки | 13 |
| 60 | Термическая деаэрация питательной воды. Типы деаэраторов и требования к их выбору | 13 |
| 61 | Термокомпрессоры. Назначение, схемы включения и основные положения расчета | 14 |
| 62 | Паропреобразовательные установки. Назначение, схемы включения в тепловую схему ТЭС | 14 |
| 63 | ПНД и узел эжекторных подогревателей | 14 |
| 64 | Использование теплоты непрерывной продувки котлов. Одноступенчатая и двухступенчатые схемы использования теплоты продувочной воды | 14 |
| 65 | Конструкция расширителей непрерывной продувки. Определение размера расширителя | 14 |
| 66 | Устройство вакуумных и атмосферных деаэраторов | 14 |
| 67 | Расход пара на турбину, имеющую отборы. Уравнение мощности | 14 |
| 68 | Показатели годовой экономичности ТЭЦ | 14 |
| 69 | Годовые расходы теплоты, отпускаемой станцией, годовая выработка электрической энергии | 14 |
| 70 | Отпуск тепловой энергии с паровым и водяным теплоносителями | 15 |
| 71 | Редукционно-охлаждающие установки ТЭС. Схемы включения. Расчет ОУ | 15 |
| 72 | Схема узла сетевых подогревателей | 16 |
| 73 | Распределение нагрузок между пиковым и основным сетевым подогревателями | 16 |
| 74 | Типы теплофикационных турбин, для покрытия основной и пиковой отопительной нагрузки | 17 |
| 75 | Подпитка тепловой сети. Подпиточный узел и его расчет | 17 |
| 76 | Компоновка главного корпуса ТЭЦ | 17 |

10.2.2. Вариант типовых заданий (задач), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

| № п/п | Условия типовых заданий (задач) | Ответ |
|-------|---|---|
| 1. | Определить, как изменится теоретическая работа, совершаемая потоком пара в турбине при увеличении давления пара перед турбиной с 3 МПа до 5 МПа при неизменной температуре 450 °С и давлении в конденсаторе 0,01 Мпа. | <u>Решение:</u> $H_{0(3)} = h_1 - h_2 = 3344 - 2310 = 1034 \text{ кДж/кг}$ $H_{0(5)} = h_1 - h_2 = 3305 - 2110 = 1195 \text{ кДж/кг}$ $H_{0(5)} - H_{0(3)} = 161 \text{ кДж/кг}$ Ответ: теоретическая работа увеличится на 161 кДж/кг |
| 2 | Определить количество отпускаемой из источника теплоснабжения теплоты на варочное производство, переносимой сухим насыщенным паром ($h'' = 2777 \text{ кДж/кг}$) при отсутствии возврата конденсат. Расход пар 20 т/ч давление 1 МПа. | <u>Решение:</u> $D = 20 \text{ т/ч} = 5,55 \text{ кг/с}$ $Q_{\text{отп}} = D \cdot h'' = 5,55 \cdot 2777 = 15,4 \text{ МВт}$ |
| 3 | Определить годовую экономию условного топлива $\Delta b \text{ т/год}$ за счет использования вторичных энергоресурсов в количестве $Q = 10^6 \text{ Гдж/год}$ вместо получения тепла от котельной с КПД $\eta_k = 0,85$ | <u>Решение:</u> Удельная экономия условного топлива: $\Delta b = 34,1 / \eta_k = 34,1 / 0,85 = 40,1$ |

| | | |
|---|--|---|
| | | кг/Гкал Годовая экономия условного топлива: $\Delta B = \Delta b \cdot Q = 40,1 \cdot 10^6 = 40\,100\,000$ кг/год = 40 100 т/год |
| 4 | Определить расчетный расход тепла на отопление здания с наружным объемом $V = 65\,000$ м ³ при удельной теплопотере $q_0 = 0,35$ ккал/(м ³ ч °С) с коэффициентом инфильтрации $\mu = 0,15$; внутренняя расчетная температура $t_{вр} = 18^\circ$ С; наружная расчетная температура $t_{но} = -24^\circ$ С | <u>Решение:</u> Расход тепла на отопление в средне-зимнем режиме: $Q_{ОР} = (1 + \mu) \cdot q_0 \cdot V \cdot (t_{вр} - t_{но}) = (1 + 0,15) \cdot 0,35 \cdot 65\,000 \cdot (18 - (-24)) = 1,01$ Гкал/ч |
| 5 | Определить расход тепла на отопление в средне-зимнем режиме при $t_{ср.з} = -1,8^\circ$ С, если расчетный расход тепла на отопление при $t_{но} = -24^\circ$ С составляет $Q_{ОР} = 0,3$ Гкал/ч | <u>Решение:</u> Расход тепла на отопление в средне-зимнем режиме: $Q_{ср.з} = Q_{ОР} \cdot (t_{вр} - t_{ср.з}) / (t_{вр} - t_{но}) = 0,3 \cdot (20 - (-1,8)) / (20 - (-24)) = 0,149$ Гкал/ч |

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и защите курсовой работы и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения зачета и защиты курсовой работы

- Возможность пользоваться учебной, нормативной литературой, калькулятором;
- Время на подготовку ответа на зачете 30 минут
- На защиту курсовой работы предоставляется не более 15 мин, включая ответы на вопросы.