

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Автономные энергетические системы**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Источники и системы теплоснабжения**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                                |
|--|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец                                           | Яворовский Ю.В.                |
|  | Идентификатор                                      | R7e35b260-YavorovskyYV-dabb149 |

Ю.В.  
Яворовский

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |                                                    |                              |
|--|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец                                           | Ланская И.И.                 |
|  | Идентификатор                                      | R3db6324d-Lanskyall-6f410db9 |

И.И.  
Ланская

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|  |                                                    |                               |
|--|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец                                           | Кулешов Н.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | Re9c42de9-KuleshovNV-bc390ed6 |

Н.В.  
Кулешов

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники

ИД-1 Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники

ИД-2 Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники

ИД-4 Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Выполнение задания

1. Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №1 (7 семестр) (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
4. Контрольная работа №2 (7 семестр) (Контрольная работа)
5. Контрольная работа №3. (Контрольная работа)
6. Контрольная работа №4. (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №3 (7 семестр) (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №4 (7 семестр). (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

### 6 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)  
КМ-2 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)  
КМ-3 Контрольная работа №3. (Контрольная работа)  
КМ-4 Контрольная работа №4. (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|-------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                   | Индекс<br>КМ:                   | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Срок КМ: | 4  | 8  | 12 | 16 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----|----|----|----|
| Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Теплоносители систем теплоснабжения.                                                                                                                                                                               |          |    |    |    |    |
| Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов. Теплоносители систем теплоснабжения                                                                                                                                                                                | +        |    |    |    |    |
| Регулирование отпуска теплоты в системе теплоснабжения предприятий и жилых районов. Методы регулирования тепловых нагрузок                                                                                                                                                                                                  |          |    |    |    |    |
| Регулирование отпуска теплоты в системе теплоснабжения предприятий и жилых районов. Методы регулирования тепловых нагрузок                                                                                                                                                                                                  |          | +  |    |    |    |
| Тепловые сети водяных и паровых систем теплоснабжения. Классификация, параметры, схемы, конфигурация и оборудование. Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы, режимы, особенности работы и области применения                                                                                                   |          |    |    |    |    |
| Тепловые сети водяных и паровых систем теплоснабжения. Классификация, параметры, схемы, конфигурация и оборудование. Расчет на прочность                                                                                                                                                                                    |          |    | +  |    |    |
| Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы, режимы, особенности работы и области применения                                                                                                                                                                                                                        |          |    | +  |    |    |
| Гидравлические и аэродинамические расчеты тепловых сетей. Пьезометрические графики, гидравлические режимы и выбор насосного оборудования. Теплоизоляционные материалы и теплоизолирующие конструкции трубопроводов тепловых сетей и оборудования систем теплоснабжения. Тепловой расчет, выбор параметров тепловой изоляции |          |    |    |    |    |
| Гидравлические и аэродинамические расчеты тепловых сетей. Пьезометрические графики, гидравлические режимы и выбор насосного оборудования                                                                                                                                                                                    |          |    |    |    | +  |
| Теплоизоляционные материалы и теплоизолирующие конструкции трубопроводов тепловых сетей и оборудования систем теплоснабжения. Тепловой расчет, выбор параметров тепловой изоляции                                                                                                                                           |          |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          | 15 | 15 | 20 | 50 |

### 7 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-5 Контрольная работа №1 (7 семестр) (Контрольная работа)  
 КМ-6 Контрольная работа №2 (7 семестр) (Контрольная работа)  
 КМ-7 Контрольная работа №3 (7 семестр) (Контрольная работа)  
 КМ-8 Контрольная работа №4 (7 семестр). (Контрольная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|-------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                   | Индекс КМ:                      | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 |
|                   | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 16   |

|                                                                                                                                                                                   |    |    |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|
| Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения. Производственные и отопительные котельные. Назначение и области рационального использования                                |    |    |    |    |
| Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения. Производственные и отопительные котельные. Назначение и области рационального использования                                | +  |    |    |    |
| Комбинированное производство тепловой и электрической энергии (теплофикация, когенерация). Паротурбинные, газотурбинные и парогазовые ТЭЦ, ТЭЦ-ДВС.                               |    |    |    |    |
| Комбинированное производство тепловой и электрической энергии (теплофикация, когенерация). Паротурбинные, газотурбинные и парогазовые ТЭЦ, ТЭЦ-ДВС.                               |    | +  | +  |    |
| Источники атомного теплоснабжения. Мини- и микро- ТЭЦ. Источники автономного теплоснабжения с когенерацией. Утилизационные ТЭЦ. Использование тепловых насосов для теплоснабжения |    |    |    |    |
| Источники атомного теплоснабжения.                                                                                                                                                |    |    |    | +  |
| Мини- и микро- ТЭЦ. Источники автономного теплоснабжения с когенерацией.                                                                                                          |    |    |    | +  |
| Утилизационные ТЭЦ.                                                                                                                                                               |    |    |    | +  |
| Использование тепловых насосов для теплоснабжения                                                                                                                                 |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                                                                                                                                                           | 15 | 15 | 20 | 50 |

### БРС курсовой работы/проекта

### 7 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

КМ-1 КМ1  
КМ-2 КМ2  
КМ-3 КМ2  
КМ-4 КМ4

#### Вид промежуточной аттестации – защита КР.

| Раздел дисциплины                                                                                                                                                             | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                                                                                                                                               | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                                                                                                                                                                               | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 16   |
| Расчет тепловых нагрузок для каждого потребителя теплоты                                                                                                                      | +                               |      |      |      |      |
| Вычисление годового расхода теплоты для всех потребителей                                                                                                                     | +                               |      |      |      |      |
| Расчет регулирования отпуска теплоты для систем отопления, горячего водоснабжения и вентиляции зданий. Определение основных показателей качества потребления тепловой энергии |                                 |      | +    |      |      |
| Расчет местного подрегулирования отпуска теплоты для систем вентиляции, горячего водоснабжения                                                                                |                                 |      | +    |      |      |

|                                                                                                                                                                                                                               |    |    |    |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|
| Определение расходов сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе тепловой сети на различных режимах работы, вычисление средневзвешенной температуры сетевой воды в обратном трубопроводе тепловой сети                    |    | +  |    |    |
| Гидравлический расчет водяной тепловой сети и построение пьезометрического графика (расчетный и летний режим работы), выбор сетевых и подпиточных насосов, определение затрат электроэнергии на транспортировку теплоносителя |    |    | +  |    |
| Определение тепловых потерь при транспортировке теплоносителя                                                                                                                                                                 |    |    | +  |    |
| Выбор основного оборудования котельной (при разработке варианта с котельной), выбор оборудования теплоподготовительной установки ТЭЦ (при разработке варианта с ТЭЦ).                                                         |    |    |    | +  |
| Оформление схем теплового пункта жилого микрорайона, температурных графиков и графиков расхода сетевой воды, пьезометрических графиков, схемы системы теплоснабжения жилого микрорайона, тепловой схемы котельной или ТЭЦ     |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                                                                                                                                                                                                       | 15 | 30 | 35 | 20 |

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                                                                          | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                             | Контрольная точка                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1               | ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники         | Знать:<br>классификацию, характер изменения тепловых нагрузок и уметь их рассчитывать<br>источники теплоснабжения различных типов<br>Уметь:<br>использовать нормативную документацию при расчетах систем теплоснабжения и выборе оборудования | КМ-1 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)<br>КМ-3 Контрольная работа №3. (Контрольная работа)<br>КМ-8 Контрольная работа №4 (7 семестр). (Контрольная работа)                                                                                                                              |
| ПК-1               | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники | Знать:<br>основы расчета и проектирования систем теплоснабжения<br>принципиальные схемы источников комбинированного производства тепловой и электрической энергии – ТЭЦ<br>тепловые схемы котельных, методы их                                | КМ-1 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)<br>КМ-4 Контрольная работа №4. (Контрольная работа)<br>КМ-5 Контрольная работа №1 (7 семестр) (Контрольная работа)<br>КМ-6 Контрольная работа №2 (7 семестр) (Контрольная работа)<br>КМ-7 Контрольная работа №3 (7 семестр) (Контрольная работа) |

|      |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                                                            | <p>расчета, основные показатели общую структуру систем теплоснабжения, применяющиеся схемные решения, оборудование тепловых сетей и тепловых пунктов</p> <p>Уметь:</p> <p>проводить гидравлические и тепловые расчеты систем теплоснабжения</p>                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                           |
| ПК-1 | <p>ИД-4<sub>ПК-1</sub> Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники</p> | <p>Знать:</p> <p>теоретические основы и принципы функционирования систем теплоснабжения</p> <p>методы регулирования тепловых нагрузок и методики для расчета подрегулирования тепловых нагрузок</p> <p>Уметь:</p> <p>определять основные показатели энергетической эффективности и характеристики тепловых сетей, тепловых пунктов и потребителей</p> <p>определять основные энергетические показатели ТЭЦ и котельных</p> | <p>КМ-2 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)</p> <p>КМ-3 Контрольная работа №3. (Контрольная работа)</p> <p>КМ-4 Контрольная работа №4. (Контрольная работа)</p> <p>КМ-7 Контрольная работа №3 (7 семестр) (Контрольная работа)</p> |



## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

6 семестр

### КМ-1. Контрольная работа №1

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится одновременно для всей группы, ответы на вопросы представляются преподавателю в письменном виде.

#### Краткое содержание задания:

Ответьте на вопросы и выполните задание

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                           | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: общую структуру систем теплоснабжения, применяющиеся схемные решения, оборудование тепловых сетей и тепловых пунктов | 1. В какой схеме системы теплоснабжения происходит отбор теплоносителя на нужды горячего водоснабжения?<br><br>2. Какова величина подпитки в закрытых системах теплоснабжения?<br>3. Какие требования предъявляет СП к температуре горячей воды у водоразборных устройств потребителя?<br>4. Какая температура считается расчетной для систем отопления согласно СНиП?                   |
| Уметь: использовать нормативную документацию при расчетах систем теплоснабжения и выборе оборудования                       | 1. Определите ГСОП для заданного населенного пункта, используя нормативные документы, проанализируйте полученный результат<br>2. Тепловые потери через ограждающие конструкции здания составляют 300 кВт., коэффициент инфильтрации составляет $\mu=0,15$ , внутренние тепловыделения 20 Вт/м <sup>2</sup> , жилая площадь 2000 м <sup>2</sup> . Определить тепловую нагрузку отопления. |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения задания: Выполнено не менее 90% задания

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения задания: Выполнено не менее 70% задания

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения задания: Выполнено не менее 50% задания

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено правильно менее, чем 50% задания

## КМ-2. Контрольная работа №2

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится одновременно для всей группы, ответы на пункты задания представляются преподавателю в письменном виде.

**Краткое содержание задания:**

Выполните задание

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                       | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методы регулирования тепловых нагрузок и методики для расчета подрегулирования тепловых нагрузок | 1. Какие методы (принципы) регулирования тепловых нагрузок применяются в системах теплоснабжения (назовите и охарактеризуйте их)?<br><br>2. Чем обусловлена необходимость наличия “зоны излома” на температурном графике? |

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90% задания

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70% задания

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 50% задания

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено правильно менее, чем 50% задания

## КМ-3. Контрольная работа №3.

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится одновременно для всей группы, ответы на пункты задания представляются преподавателю в письменном виде.

**Краткое содержание задания:**

Выполните задание

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                   | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |                                                                  |                                             |          |        |     |           |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------|--------|-----|-----------|--------|-----|------------|--------|-----|------------|--------|-----|------------|--------|-----|------------|--------|-----|
| Знать: классификацию, характер изменения тепловых нагрузок и уметь их рассчитывать                                                  | <p>1.Вероятность безотказной работы для источника теплоснабжения составляет 0,98; для тепловых сетей: 0,8; для потребителей теплоты: 0,995. Определите вероятность безотказной работы для системы централизованного теплоснабжения в целом? Соответствует ли значение этого показателя допустимым пределам, согласно нормативным документам?</p> <p>2. Как влияет на надежность радиальных тепловых сетей работа нескольких источников теплоты на одну тепловую сеть?</p> <p>3.К какой категории надежности можно отнести перечисленных потребителей (список потребителей формирует преподаватель)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                             |                                                                  |                                             |          |        |     |           |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |
| Уметь: определять основные показатели энергетической эффективности и характеристики тепловых сетей, тепловых пунктов и потребителей | <p>1. Расчетный температурный график тепловой сети и расчетная температура наружного воздуха заданы по порядковому номеру студента в списке группы, согласно таблице 1:</p> <p>Таблица 1. Исходные данные</p> <table><tr><th>Порядковый номер студента в группе</th><th>Температурный график тепловой сети, <math>\tau_{01p}/\tau_{02p}</math>, °C</th><th>Расчетная температура наружного воздуха, °C</th></tr><tr><td>с 1 до 5</td><td>130/70</td><td>-20</td></tr><tr><td>с 6 до 10</td><td>150/70</td><td>-30</td></tr><tr><td>с 11 до 15</td><td>120/70</td><td>-17</td></tr><tr><td>с 16 до 20</td><td>110/70</td><td>-15</td></tr><tr><td>с 21 до 25</td><td>140/70</td><td>-25</td></tr><tr><td>С 26 до 30</td><td>105/70</td><td>-14</td></tr></table> <p>Температура внутреннего воздуха расчетная, <math>t_{вр}</math>, четные варианты: 20 °C; нечетные варианты: 18°C. Температура сетевой воды на входе в отопительные приборы на расчетном режиме: <math>\tau_{03p}= 95^{\circ}\text{C}</math>. При температуре сетевой воды <math>\tau_{01ни}=75^{\circ}\text{C}</math> прекращается централизованное качественное регулирование. Найдите температуру наружного воздуха, соответствующую началу “излома” температурного графика (точку начала “излома”).</p> | Порядковый номер студента в группе          | Температурный график тепловой сети, $\tau_{01p}/\tau_{02p}$ , °C | Расчетная температура наружного воздуха, °C | с 1 до 5 | 130/70 | -20 | с 6 до 10 | 150/70 | -30 | с 11 до 15 | 120/70 | -17 | с 16 до 20 | 110/70 | -15 | с 21 до 25 | 140/70 | -25 | С 26 до 30 | 105/70 | -14 |
| Порядковый номер студента в группе                                                                                                  | Температурный график тепловой сети, $\tau_{01p}/\tau_{02p}$ , °C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Расчетная температура наружного воздуха, °C |                                                                  |                                             |          |        |     |           |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |
| с 1 до 5                                                                                                                            | 130/70                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | -20                                         |                                                                  |                                             |          |        |     |           |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |
| с 6 до 10                                                                                                                           | 150/70                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | -30                                         |                                                                  |                                             |          |        |     |           |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |
| с 11 до 15                                                                                                                          | 120/70                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | -17                                         |                                                                  |                                             |          |        |     |           |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |
| с 16 до 20                                                                                                                          | 110/70                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | -15                                         |                                                                  |                                             |          |        |     |           |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |
| с 21 до 25                                                                                                                          | 140/70                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | -25                                         |                                                                  |                                             |          |        |     |           |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |
| С 26 до 30                                                                                                                          | 105/70                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | -14                                         |                                                                  |                                             |          |        |     |           |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |            |        |     |

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5 («отлично»)**Нижний порог выполнения задания в процентах: 80**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно**Оценка: 4 («хорошо»)**Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### **КМ-4. Контрольная работа №4.**

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 50

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится в письменной форме.

**Краткое содержание задания:**

Выполните задание

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                             | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: основы расчета и проектирования систем теплоснабжения                  | 1.Правильно ли следующее утверждение: чем выше скорость воды в трубопроводе определенного диаметра, тем больше угол наклона линий пьезометрического графика к горизонтали?<br>2.Для чего применяют параллельное включение насосов?<br>3. Чем опасен гидравлический удар?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Знать: теоретические основы и принципы функционирования систем теплоснабжения | 1.Для чего во всасывающих патрубках сетевых насосов поддерживают избыточное давление?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Уметь: проводить гидравлические и тепловые расчеты систем теплоснабжения      | 1.Определите суммарное гидравлическое сопротивление последовательно и параллельно соединенных участков. Сопротивления заданы.<br><br>2. Тепловая сеть работает по графику качественного регулирования для водяного отопления. Расчетная температура наружного воздуха: - (минус) 30°C. Температурный график 130/70°C, коэффициент смещения элеваторов на тепловых вводах потребителей равен 1,4. Определить температуры воды в подающем и обратном трубопроводах при температуре – (минус) 5°C, если температура внутреннего воздуха расчетная 18 °C. Нарисовать упрощенную схему присоединения системы водяного отопления потребителя к тепловой сети, расставить температуры теплоносителя на схеме. |

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## 7 семестр

### КМ-5. Контрольная работа №1 (7 семестр)

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится в письменной форме.

#### Краткое содержание задания:

Выполните задание. Длительность выполнения 15 минут.

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                       | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: тепловые схемы котельных, методы их расчета, основные показатели | 1.Перечислите основные режимы работы котельной, которые рассчитываются для выбора и эксплуатации основного и вспомогательного оборудования. Охарактеризуйте каждый из них (при каких температурах).<br>2. По маркировке котлоагрегатов назовите их параметры: КВГМ-50, ПТВМ-180, ДЕ – 25 – 24 ГМ<br>3.Для чего устанавливается рециркуляционный насос перед водогрейными котлами?<br>4.Поясните назначение РОУ в котельной, нарисуйте рабочий процесс в h-s диаграмме.. |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### **КМ-6. Контрольная работа №2 (7 семестр)**

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится в письменной форме.

**Краткое содержание задания:**

Выполните задание. Длительность выполнения 20 минут.

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                           | Вопросы/задания для проверки                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципиальные схемы источников комбинированного производства тепловой и электрической энергии – ТЭЦ | 1.Определение удельной выработки электроэнергии на тепловом потреблении, ее зависимость от начального давления пара и давления в отборе. |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5 («отлично»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 80

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4 («хорошо»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### **КМ-7. Контрольная работа №3 (7 семестр)**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится в письменной форме.

**Краткое содержание задания:**

Выполните задание. лительность выполнения 15 минут.

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                           | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципиальные схемы источников комбинированного производства тепловой и электрической энергии – ТЭЦ | 1.Перечислите все известные типы паровых турбин и приведите примеры их маркировок.<br><br>2. Назначение термического деаэратора на ТЭЦ, перечислите известные типы деаэраторов.<br>3.Классифицируйте ТЭЦ по типу энергетических установок.                                                                                                                        |
| Уметь: определять основные энергетические показатели ТЭЦ и котельных                                        | 1.Определить удельный расход условного топлива по выработке электроэнергии на отборном паре и конденсационным способом, если КИТ котельной установки $\eta_{ку}=0,9$ ; электромеханический КПД генератора $\eta_{эм}=0,96$ ; КИТ теплового потока $\eta_{тп}=0,99$ , а КПД конденсационного цикла на ТЭЦ равен 0,33 (использовать балансовый 'физический' метод). |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-8. Контрольная работа №4 (7 семестр).**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 50

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится в письменной форме.

**Краткое содержание задания:**

Выполните задание. Время на выполнение 20 мин.

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: источники теплоснабжения различных типов   | 1. Назначение утилизационных ТЭЦ, их использование, параметры.<br>2. Мини- и микро- ТЭЦ. Типы энергетических установок, области применения.<br>3. Использование тепловых насосов в системах теплоснабжения. Приведите примеры.<br>4. Классифицируйте атомные источники теплоснабжения, приведите известные Вам проекты и примеры. |

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### Для курсового проекта/работы

#### 7 семестр

#### *I. Описание КП/КР*

Теплоснабжение района города от котельной. Рассматривается система централизованного теплоснабжения 3 районов.

#### *II. Примеры задания и темы работы*

##### Пример задания

1. Определение тепловых нагрузок для каждого потребителя теплоты.
2. Вычисление годового расхода теплоты для всех потребителей теплоты (графическим и расчетным способом). Определение погрешности расчетного способа вычисления годового расхода теплоты (по сравнению с графическим).
3. Расчет и построение графиков температур и расходов сетевой воды для системы теплоснабжения микрорайонов (представить принципиальную схему системы теплоснабжения)
  - 3.1. Расчет регулирования отпуска теплоты для систем отопления жилых и общественных зданий. Определение основных показателей качества потребления тепловой энергии,



- 3.2. Расчет местного подрегулирования отпуска теплоты для систем горячего водоснабжения жилых и общественных зданий.
- 3.3. Определение расходов сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети. Вычисление средневзвешенной температуры сетевой воды в обратном трубопроводе тепловой сети.
4. Гидравлический расчет водяной тепловой сети (для расчетного и летнего режимов работы).
5. Построение пьезометрического графика для водяной тепловой сети (для расчетного и летнего режимов работы).
6. Выбор сетевых и подпиточных насосов. Определение суммарных и удельных затрат электроэнергии на передачу (транспортировку) тепловой энергии.
7. Выбор котельного оборудования и принципиальной тепловой схемы котельной
8. Определение нормативных тепловых потерь в тепловых сетях (за годовой период)

## **Тематика КП/КР:**

### **КМ-1. КМ1**

#### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 100*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание по разделам выполнено без ошибок*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание выполнено с незначительными ошибками*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание выполнено не полностью или со значительными ошибками, с множеством ошибок*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено, или выполнено менее, чем на 50 % от объема*

### **КМ-2. КМ2**

#### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 100*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание по разделам выполнено без ошибок*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание выполнено с незначительными ошибками*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание выполнено не полностью или со значительными ошибками*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено, или выполнено менее, чем на 50 % от объема*

### **КМ-3. КМ2**

#### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 100*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание по разделам выполнено без ошибок*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание выполнено с незначительными ошибками*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание выполнено не полностью или со значительными ошибками, с множеством ошибок*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено, или выполнено менее, чем на 50 % от объема*

### **КМ-4. КМ4**

#### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 100*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание по разделам выполнено без ошибок*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание выполнено с незначительными ошибками*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание выполнено не полностью или со значительными ошибками, с множеством ошибок*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено, или выполнено менее, чем на 50 % от объема*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 6 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Назначение, классификация, состав систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов.
2. Элеваторы и центробежные насосы в водяных системах отопления зданий: назначение и основная характеристика этих устройств. Численные значения основной характеристики элеватора и центробежного насоса при стандартных температурных графиках водяных систем теплоснабжения.
3. Регулирующая арматура для тепловых сетей и тепловых пунктов: назначение регулирующей арматуры; классификация регулирующей арматуры; материал для регулирующей арматуры.

### Процедура проведения

В устной форме, опрос по вопросам билета

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1ПК-1 Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники

### Вопросы, задания

1. Назначение, источники, состав и классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов.
2. Виды и классификация тепловых нагрузок в системах централизованного теплоснабжения.
3. Расчетные параметры наружного воздуха: назначение и классификация.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Виды и классификация тепловых нагрузок в системах централизованного теплоснабжения

Ответы:

Ответ на вопрос самостоятельно формулируется студентом.

Верный ответ: Тепловые нагрузки классифицируют следующим образом: •по характеру протекания во времени •по назначению По характеру протекания во времени тепловые нагрузки (ТН) разделяют на 2 группы: 1.Сезонные ТН – зависят от климатических условий региона, в котором находятся потребители теплоты. Главным образом от температуры наружного воздуха, а также от преобладающего направления и скорости ветра. 2.Круглогодичные тепловые нагрузки – зависят от режима работы потребителей теплоты. По назначению ТН делятся на 4 вида: 1.Отопительная ТН  $Q_o$ , Вт. 2.Вентиляционная ТН  $Q_v$ , Вт. 3.Тепловая нагрузка на горячее водоснабжение,  $Q_{гв}$ , Вт. 4.Технологическая ТН,  $Q_t$ , Вт К сезонным тепловым нагрузкам относятся отопительная и вентиляционная тепловая нагрузка. Дополнительно, при использовании тепловой энергии в системах

кондиционирования, к этому виду нагрузок может быть дополнительно отнесена нагрузка на кондиционирование. К круглогодичным тепловым нагрузкам относят нагрузку на горячее водоснабжение и технологическую тепловую нагрузку.

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-1</sub> Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники

#### **Вопросы, задания**

1. Структура систем централизованного теплоснабжения. Виды теплоносителей и их потенциал в системах централизованного теплоснабжения. Классификация потребителей теплоты в системах централизованного теплоснабжения (по назначению и по надежности теплоснабжения). Показатели качества теплоснабжения и надежности обеспечения потребителей тепловой энергией в системах централизованного теплоснабжения.

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Назначение проектировочного (конструкторского) гидравлического расчета водяных тепловых сетей?

Ответы:

Ответ на вопрос самостоятельно формулируется студентом.

Верный ответ: • Определение внутренних диаметров трубопровода для каждого участка тепловой сети,  $d_v$ , мм. • Определение потерь напора сетевой воды или потерь давления сетевой воды,  $\Delta h$ , м;  $\Delta p$ , Па. Эти потери являются исходными данными для последующего вычисления напора сетевых, подпиточных и повысительных насосов.

2. Чем обусловлена «зона излома» на температурных графиках водяных систем централизованного теплоснабжения

Ответы:

Ответ на вопрос самостоятельно формулируется студентом.

Верный ответ: На выходе из теплового пункта температура горячей воды должна быть не меньше  $60 + 3 \dots 5$  °С. И поэтому, как только температура сетевой воды достигает значения около 63-65 ( для водяных открытых систем) или 70-75 °С (для водяных закрытых систем), централизованное качественное регулирование прекращается, и температура сетевой воды всё время поддерживается постоянной. Т.к. сетевой водой с меньшей температурой нельзя нагреть воду ГВС до требуемых значений, и к одной и той же системе теплоснабжения подключены системы отопления, (вентиляции) и горячего водоснабжения.

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>ПК-1</sub> Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники

#### **Вопросы, задания**

1. Проектный (конструкторский) гидравлический расчет водяных тепловых сетей: основные задачи, исходные данные и методика расчета.

2. Пьезометрический график водяной тепловой сети: назначение пьезометрического графика и методика его построения.

3. Затраты энергии при транспортировке теплоносителя. Тепловые потери в тепловых сетях. Методика определения тепловых потерь. Определение нормативных значений тепловых потерь.

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Перечислите методы регулирования тепловых нагрузок в водяных системах теплоснабжения.

Ответы:

Ответ на вопрос самостоятельно формулируется студентом.

Верный ответ: В водяных системах теплоснабжения тепловую нагрузку возможно регулировать тремя способами: 1.изменением температуры сетевой воды – качественное регулирование; 2.изменением расхода сетевой воды – количественное регулирование; 3.изменением расхода и температуры воды – качественно-количественное регулирование. 4.путем изменения длительности работы п – называется регулированием пропусками (или местными пропусками). Применяется как местное регулирование в дополнение к центральному.

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

### **7 семестр**

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### **Пример билета**

1. Классификация источников теплоснабжения.
2. Теплофикация (когенерация). Классификация ТЭЦ. Парогазовые ТЭЦ. Принципиальная тепловая схема. Сравнение показателей ДВС и ГТУ.
3. Задача. Определить электрическую мощность паровой турбины на режиме, при котором расход пара в теплофикационный отбор составляет 100 т/ч; в головную часть турбины 230 т/ч. Наличием регенеративных отборов пренебречь. Средний внутренний относительный КПД турбины  $\eta_{oi}=0,8$ . электромеханический КПД генератора  $\eta_{эм}=0,97$ . Энтальпия перегретого пара составляет 3440 кДж/кг, энтальпия пара в конденсаторе при изобарном расширении 2180 кДж/кг. Энтальпия пара в теплофикационном отборе 3000 кДж/кг. Энтальпия возвращаемого конденсата отборного пара 420 кДж/кг. Определить удельную выработку электроэнергии на тепловом потреблении.

## Процедура проведения

Проводится в устной форме. Ответы на пункты задания после подготовки продолжительностью 45 минут.

### ***1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины***

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники

#### **Вопросы, задания**

1. Назначение и классификация котельных для систем теплоснабжения предприятий и жилых районов.

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Классификация котельных для систем теплоснабжения по назначению и по виду котлоагрегатов.

Ответы:

Ответ формулируется студентом самостоятельно.

Верный ответ: Котельные классифицируются по назначению: - отопительные котельные обеспечивают теплотой системы отопления, вентиляции и ГВС жилых, общественных, административно – бытовых и производственных зданий. - отопительно-производственные котельные обеспечивают теплотой системы отопления, вентиляции и ГВС в зданиях, а также обеспечивают теплотой технологические процессы, аппараты и установки на промышленных предприятиях. - производственные котельные обеспечивают теплотой технологические процессы, аппараты и установки на промышленных предприятиях. - энергетические котельные вырабатывают пар, который затем поступает в турбогенераторы ТЭС. Эти котельные всегда входят в состав ТЭС или КЭС. По виду котлоагрегатов: - паровые котельные, оборудуются только паровыми котлоагрегатами и вырабатывают тепловую энергию в виде насыщенного или перегретого пара. Предназначены для технологического теплоснабжения потребителей теплоты. Теплоту для систем отопления, вентиляции и ГВС эти котельные отпускают в небольших количествах (не более 35%). - водогрейные котельные, оборудуются только водогрейными котлоагрегатами и вырабатывают тепловую энергию в виде нагретой сетевой воды. Предназначены для отпуска теплоты системам отопления, вентиляции и ГВС. - пароводогрейные котельные оборудуются как паровыми, так и водогрейными котлоагрегатами. Вырабатывают и отпускают потребителям насыщенный или перегретый пар для технологического теплоснабжения, а также нагретую сетевую воду для систем отопления, вентиляции и ГВС.

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-1</sub> Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники

#### **Вопросы, задания**

1. Основное и вспомогательное оборудование водогрейных, паровых и пароводогрейных котельных. Обоснование вида и количества котлоагрегатов, устанавливаемых в котельных. Основные режимы работы основного и вспомогательного оборудования водогрейных, паровых и пароводогрейных котельных.

2. Водогрейные котельные для промышленных предприятий и жилых районов: назначение, обоснование выбора котельной, работа котельной, состав основного и

вспомогательного оборудования котельной. Принципиальная тепловая схема водогрейной котельной.

3. Паровые котельные для промышленных предприятий и жилых районов: назначение, обоснование выбора котельной, работа котельной, состав основного и вспомогательного оборудования котельной. Принципиальная тепловая схема паровой котельной.

4. Пароводогрейные котельные для промышленных предприятий и жилых районов: назначение, обоснование выбора котельной, работа котельной, состав основного и вспомогательного оборудования котельной. Принципиальная тепловая схема пароводогрейной котельной.

5. Схемы включения деаэраторов на котельных.

6. Выбор термических деаэраторов питательной и подпиточной воды для котельных и ТЭЦ. Конструкция, принцип работы, параметры.

7. Особенности конструкции и условие надежной эксплуатации водогрейных котлов. Узел перепуска сетевой воды, назначение, его работа. Особенности работы котельной в открытой системе теплоснабжения.

8. Выбор редуционно-охладительных установок (РОУ), редуционных (РУ) и охлаждающих установок (ОУ) для котельных и ТЭЦ

9. Теплофикация (когенерация). Классификация ТЭЦ. Упрощенные принципиальные схемы паротурбинных ТЭЦ, параметры, термодинамический цикл, отличие характеристик паротурбинных ТЭЦ от КЭС.

10. Теплофикация (когенерация). Классификация ТЭЦ. Газотурбинные ТЭЦ. Особенности выработки тепловой и электрической энергии.

11. Теплофикация (когенерация). Классификация ТЭЦ. Парогазовые ТЭЦ. Принципиальная тепловая схема. Сравнение показателей ДВС и ГТУ.

12. Теплофикация (когенерация). Классификация ТЭЦ. ДВС-ТЭЦ. Принципиальная тепловая схема ДВС-ТЭЦ. Сравнение показателей ДВС и ГТУ.

13. Атомные источники теплоснабжения. Условия и параметры теплоснабжения от атомных котельных.

14. Системы дальнего транспорта теплоты. Схема применения тепловых насосов в централизованных системах теплоснабжения на примере опыта Китая. Развитие теплоснабжения на базе малой теплофикации.

## **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Теплофикация (когенерация). Классификация ТЭЦ по назначению и типу основного энергетического оборудования .

Ответы:

Ответ формулируется студентом самостоятельно.

Верный ответ: ТЭЦ – источник энергоснабжения, на котором вырабатывается и отпускается потребителям электрическая и тепловая энергия. Принцип работы ТЭЦ основан на теплофикации (централизованное теплоснабжение на базе совместной выработки теплоты и электроэнергии). ТЭЦ по назначению классифицируются:

1. промышленные – вырабатывают и отпускают потребителям тепловую энергию в виде насыщенного или перегретого пара для технологического теплоснабжения

2. коммунальные - вырабатывают и отпускают потребителям тепловую энергию в виде нагретой сетевой воды для систем отопления, вентиляции и ГВС

3. промышленно- коммунальные - вырабатывают и отпускают потребителям тепловую энергию в виде нагретой сетевой воды и в виде насыщенного или перегретого пара. По виду турбогенераторов: 1. паротурбинные – на ТЭЦ установлены только паровые турбины, которые используют насыщенный или перегретый водяной пар, поступающий от парового котла (парогенератора);

2. Газотурбинные ТЭЦ оборудованы газотурбинными установками (ГТУ).

Электрическая энергия вырабатывается электрогенератором газотурбинной установки.

Теплота в виде пара или сетевой воды вырабатывается в котле-утилизаторе, в который направляются отходящие газы ГТУ с температурой порядка 350-600 °С (в зависимости от используемой модели ГТУ). 3. Парогазовые ТЭЦ – оборудуются паровыми и газовыми турбинами. В этих ТЭЦ для выработки электроэнергии используются ГТУ и паровые турбины. Для выработки тепловой энергии используются низкотемпературные потоки отходящих газов ГТУ и водяной пар из отборов паровой турбины. Существует большое количество различных видов принципиальных схем ПГУ-ТЭЦ. Наибольшее распространение в современной энергетике получили ПГУ-ТЭЦ с котлами-утилизаторами. 4. ТЭЦ с двигателем внутреннего сгорания – для выработки теплоты и электроэнергии используется двигатель внутреннего сгорания с системой утилизации теплоты. Топливо – природный газ, газогенераторный газ, биогаз, пропан, бутан, дизельное топливо. Для выработки теплоты используется теплота отходящих газов после ДВС, теплота от нагретого в двигателе масла в маслоохладителях, теплота охлаждающей воды корпуса ДВС.

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>ПК-1</sub> Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники

### Вопросы, задания

1. Классификация источников теплоснабжения.
2. Энергетические показатели работы котельных
3. Графики тепловых нагрузок промышленных предприятий и ЖКХ. Коэффициент теплофикации (часовой и годовой). Определение экономии топлива при теплофикации (формула Мелентьева).
4. Оптимальный коэффициент теплофикации.
5. Физическая основа экономии топлива при теплофикации. Методы расчета удельных показателей эффективности работы ТЭЦ. Балансовый (физический) метод расчета удельных показателей работы ТЭЦ.
6. Физическая основа экономии топлива при теплофикации. Методы расчета удельных показателей эффективности работы ТЭЦ. Эксергетический метод расчета удельных показателей работы ТЭЦ.
7. Физическая основа экономии топлива при теплофикации. Методы расчета удельных показателей эффективности работы ТЭЦ. Метод ОРГРЭС (метод пропорционального распределения) для расчета удельных показателей работы ТЭЦ.
8. Удельная комбинированная выработка электроэнергии на ТЭЦ, определение, зависимость значения этого показателя от различных параметров.
9. Зависимость расхода пара от мощности для конденсационной турбины. Экономическая мощность. Диаграмма режимов турбины с одним регулируемым отбором пара. Диаграмма режимов турбины с двумя независимыми регулируемыми отборами (ПТ).. Методы определения энергетических показателей турбин.
10. Определение экономии топлива при использовании тепловых ВЭР для теплоснабжения. Замещение тепловой нагрузки ТЭЦ и котельных.
11. Применение тепловых насосов для теплоснабжения. Источники низкопотенциальной теплоты. Типы тепловых насосов. Схема парокомпрессионного теплового насоса. Основные энергетические характеристики. Области эффективного применения.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Определение экономии топлива при использовании тепловых ВЭР для теплоснабжения при замещении тепловой нагрузки котельной.

Ответы:

Ответ формулируется студентом самостоятельно.

Верный ответ:  $V_{\text{эк}} = Q_{\text{вэр}} / (\text{КПД котельной} \cdot Q_{\text{рн}})$



## 2. Коэффициент теплофикации, определение

Ответы:

Ответ формулируется студентом самостоятельно.

Верный ответ: Коэффициент теплофикации - это отношение тепловой мощности отборов турбин ТЭЦ к величине максимальной тепловой нагрузки потребителей. Также существует годовой коэффициент теплофикации - отношение годового количества тепловой энергии, отпущенной из отборов ТЭЦ, к общему количеству тепловой энергии, отпущенной от ТЭЦ за год. Эти две величины различны, имеют разные значения.

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

**Для курсового проекта/работы:**

**7 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Проводится устно, с представлением материалов работы (расчетно-пояснительной записки, графических зависимостей) и результатов комиссии.

### ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».