

**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: Цифровизация в тепловой и возобновляемой энергетике**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Режимы работы и эксплуатация ТЭС**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                           |
|--|----------------------------------------------------|---------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                           |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                           |
|  | Владелец                                           | Ильин Е.Т.                |
|  | Идентификатор                                      | R03768be5-IlinYT-edc34583 |

Е.Т. Ильин

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |                                                    |                             |
|--|----------------------------------------------------|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец                                           | Очков В.Ф.                  |
|  | Идентификатор                                      | Rd91184b2-OchkovVF-1531e2ff |

В.Ф. Очков

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|  |                                                    |                                |
|--|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец                                           | Шацких Ю.В.                    |
|  | Идентификатор                                      | R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f |

Ю.В.  
Шацких

## 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-2 Способен участвовать в организации работы теплогенерирующего и теплоиспользующего оборудования

ИД-1 Демонстрирует знание принципов действия, конструкций и режимов работы объектов профессиональной деятельности с учетом обеспечения экологической безопасности в соответствии с технологией производства

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-1 (Решение задач)
2. КМ-2 (Решение задач)
3. КМ-3 (Решение задач)
4. КМ-4 (Решение задач)
5. КМ-5 (Решение задач)

### БРС дисциплины

7 семестр

| Раздел дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Срок КМ:                        | 3    | 6    | 9    | 12   | 14   |
| 1 Общие сведения о режимах работы ТЭС в электроэнергетических системах. Графики нагрузки. Регулирование нагрузки. Особенности работы персонала. Режимы работы и эксплуатация основного оборудования. Методы расчета работы оборудования на частичных нагрузках. Ограничения. Регулировочный диапазон. |                                 |      |      |      |      |      |
| Тема 1. Общие сведения о режимах работы ТЭС в электроэнергетических системах. Графики нагрузки. Регулирование нагрузки. Особенности работы персонала                                                                                                                                                  | +                               |      |      |      |      |      |
| Тема 2. Режимы работы и эксплуатация основного оборудования. Методы расчета работы оборудования на частичных нагрузках. Ограничения. Регулировочный диапазон                                                                                                                                          | +                               |      |      |      |      |      |
| 2 Режимы работы тепломеханического вспомогательного оборудования Влияние работы конденсационной установки на режимы работы основного оборудования.                                                                                                                                                    |                                 |      |      |      |      |      |
| Тема 3. Режимы работы тепломеханического вспомогательного оборудования                                                                                                                                                                                                                                |                                 |      | +    |      |      |      |

|                                                                                               |    |    |    |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|
| Тема 4. Влияние работы конденсационной установки на режимы работы основного оборудования      |    | +  |    |    |    |
| 3 Пуски оборудования. Пусковые схемы. Основные операции пуска. Потери топлива при пуске       |    |    |    |    |    |
| Тема 5. Пуски оборудования. Пусковые схемы. Основные операции пуска. Потери топлива при пуске |    |    | +  |    |    |
| 4 Особенности эксплуатации и режимы работы ТЭЦ                                                |    |    |    |    |    |
| Тема 6. Особенности эксплуатации и режимы работы ТЭЦ                                          |    |    |    | +  |    |
| 5 Энергетические характеристики оборудования ТЭС                                              |    |    |    |    |    |
| Тема 7. Энергетические характеристики оборудования ТЭС                                        |    |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                                                                       | 25 | 15 | 25 | 25 | 10 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## 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-2               | ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знание принципов действия, конструкций и режимов работы объектов профессиональной деятельности с учетом обеспечения экологической безопасности в соответствии с технологией производства | Знать:<br>технологии процессов производства и регулирования отпуска тепла и электроэнергии<br>основные методы и способы участия основного оборудования в покрытии графиков нагрузки<br>методы расчета показателей тепловой экономичности для различных режимов работы<br>классификацию режимов работы оборудования, их характеристики, пределы использования и ограничивающие факторы<br>термины и определения, требования к работе электростанций в энергосистеме<br>параметры, определяющие | КМ-1 (Решение задач)<br>КМ-2 (Решение задач)<br>КМ-3 (Решение задач)<br>КМ-4 (Решение задач)<br>КМ-5 (Решение задач) |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>режимы работы оборудования при производстве тепловой и электрической энергии</p> <p>Уметь:</p> <p>применять методы математического анализа, математического и физического моделирования режимов работы</p> <p>определять показатели тепловой и общей экономичности станций и отдельных установок</p> <p>анализировать информацию о новых разработках режимов эксплуатации ТЭС и условиях их использования</p> <p>применять методы расчета экономичной эксплуатации оборудования ТЭС</p> |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

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

### **КМ-1. КМ-1**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Правильность выполнения задания и обоснования полученных результатов

#### **Краткое содержание задания:**

Расчет показателей тепловой экономичности энергоблока на частичных нагрузках при различных способах парораспределения и регулирования. Задачи 1, 2, 3.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: параметры, определяющие режимы работы оборудования при производстве тепловой и электрической энергии | <p>1.Задание -2.</p> <p>Используя задание пункта 1 построить процесс расширения пара в турбине при частичной ( f ) нагрузке при дроссельном парораспределении и регулировании методом скользящего давления. Определить изменение располагаемого и используемого в турбине теплоперепада. Рассчитать мощность, развиваемую турбиной при скользящем давлении острого пара перед регулирующими клапанами при частичной нагрузке. Определить удельный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию.</p> <p>Исходные данные для расчета задаются преподавателем для каждого студента индивидуально</p>                                                                                                                                                                                                                                              |
| Знать: термины и определения, требования к работе электростанций в энергосистеме                            | <p>1.Задание - 1.</p> <p>1.Построить в h, s - диаграмме процесс расширения пара в турбине при номинальной и частичной ( f ) нагрузке при ее дроссельном парораспределении и постоянном давлении перед турбиной. Определить изменение располагаемого и используемого в турбине теплоперепада. Рассчитать мощность, развиваемую турбиной в номинальном режиме и при частичной нагрузке. Тепловая схема турбины представлена на рис.1. Рассчитать мощность, потребляемую питательным насосом при работе на номинальной и частичной нагрузке при постоянном давлении острого пара перед регулирующими клапанами.</p> <p>Определить удельный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию. Изменение доли собственных нужд блока без учета работы питательного насоса приведено в табл.2.</p> <p>Промежуточные точки линейно проинтерполировать</p> |

|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: применять методы расчета экономической эксплуатации оборудования ТЭС | <p>1.Задание-3.</p> <p>Для условий задания № 1,2 построить в <math>h,s</math> - диаграмме процесс расширения пара в турбине при сопловом (клапанном) парораспределении и постоянном давлении перед турбиной для заданного в практическом занятии № 1,2 значения относительной нагрузки <math>f</math>. Регулирующая ступень турбины имеет 4 группы сопел и 4 регулирующих клапана, открывающихся попарно и последовательно: сначала 1, затем 2.</p> <p>Определить изменение располагаемого и используемого в турбине теплоперепада. Рассчитать мощность, развиваемую турбиной в номинальном режиме и при частичной нагрузке. Определить удельный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию.</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* Зачтены все задания и обоснования, имеются незначительные неточности

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* зачтены минимум два задания и третье имеет не принципиальные ошибки. Обоснования в целом верные, не имеют грубых ошибок

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* зачтены минимум два задания. В обоснованиях имеются ошибки не принципиального значения.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* не зачтены все задания или зачтено не более одного задания. В обоснованиях имеются ошибки, противоречащие законам физики, термодинамики и.д

#### КМ-2. КМ-2

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Правильность выполнения задания и обоснования полученных результатов

#### Краткое содержание задания:

Выполнение упражнений: Расчет момента переключения деаэратора на резервную линию питания и момента переключения дренажей из ПВД в систему регенерации низкого давления при работе энергоблока на частичной нагрузке. Задачи 4-5

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                          |                                                                                           |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: технологии процессов производства и регулирования | 1.Задание - 4. Для принципиальной схемы системы регенерации некоторой турбины, задаваемой |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| отпуска тепла и электроэнергии                                                            | <p>преподавателем. Определить, при какой частичной нагрузке надо перевести питание деаэратора паром на резервный отбор или магистраль собственных нужд.</p> <p><b>Давление в отборе на деаэратор в номинальном режиме принять равным <math>P_{отб}=2 P_d</math> .</b></p> <p>При определении давления в отборе на ПНД перед деаэратором считать, что подогрев питательной воды составляет 15оС. Давление основного конденсата и другие исходные данные задаются преподавателем ведущим занятия в группе.</p> <p>Обосновать полученные результаты</p> |
| Уметь: определять показатели тепловой и общей экономичности станций и отдельных установок | <p>1.Для условий задания -4, рассчитать, при какой частичной нагрузке возникает необходимость переключения слива дренажей ПВД вместо деаэратора на слив в ПНД перед деаэратором.</p> <p>Обосновать полученные результаты</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* Зачтены все задания и обоснования, имеются незначительные неточности

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* зачтены минимум два задания и третье имеет не принципиальные ошибки. Обоснования в целом верные, не имеют грубых ошибок

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* зачтены минимум два задания. В обоснованиях имеются ошибки не принципиального значения

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* не зачтены все задания или зачтено не более одного задания. В обоснованиях имеются ошибки, противоречащие законам физики, термодинамики и.д

#### КМ-3. КМ-3

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Правильность выполнения задания и обоснования полученных результатов

#### Краткое содержание задания:

Расчет пусковых режимов работы котла. Расчет потерь топлива при пуске энергоблока. Задачи 6,7,8

#### Контрольные вопросы/задания:

|                          |                                               |
|--------------------------|-----------------------------------------------|
| Знать: основные методы и | 1. Задание-6.Рассчитать дополнительные потери |
|--------------------------|-----------------------------------------------|

|                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| способы участия основного оборудования в покрытии графиков нагрузки | условного топлива на пуск энергоблока из исходного температурного состояния, определяемого продолжительностью простоя. Расчет дополнительных затрат топлива произвести в соответствии с методикой, разработанной ОРГРЭС. Исходные данные для расчета выдаются преподавателем для каждого варианта. Пуск блока разбивается на 6 этапов. По результатам расчета определить общее время пуска и потери топлива на пуск. Сравнить полученные результаты с нормативными значениями. Обосновать полученные результаты |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* Зачтены все задания и обоснования, имеются незначительные неточности

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* зачтены минимум два задания и третье имеет не принципиальные ошибки. Обоснования в целом верные, не имеют грубых ошибок

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* зачтены минимум два задания. В обоснованиях имеются ошибки не принципиального значения

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* не зачтены все задания или зачтено не более одного задания. В обоснованиях имеются ошибки, противоречащие законам физики, термодинамики и. д

#### КМ-4. КМ-4

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Правильность выполнения задания и обоснования полученных результатов

#### Краткое содержание задания:

Расчет одно и двухступенчатого подогрева сетевой воды. Расчет работы теплофикационной турбины по тепловому графику при различных уровнях тепловой нагрузки и изменении температуры наружного воздуха. Задачи 9-10 и 11-12.

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: классификацию режимов работы оборудования, их характеристики, пределы использования и ограничивающие факторы | 1. <b>Задание-9.</b> Для гипотетической теплофикационной турбины, рассчитать тепловую нагрузку турбины, расходы пара на каждый из сетевых подогревателей и электрическую мощность, развиваемую турбиной при работе ее по тепловому графику. Температурный |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                 | <p>график теплосети (задается преподавателем). Максимальный отпуск тепла от турбины составляет <math>Q_{т2}=203,5</math> МВт. Максимально допустимое давление в верхнем отборе <math>P_{отб2max}=0,25</math> МПа. Пропуск пара в конденсатор определяется плотностью диафрагмы и давлением перед диафрагмой (диаграмма задается преподавателем). Опорный режим задается преподавателем. Исходные данные для расчета задаются преподавателем.</p> <p>Для упрощения расчетов принять, что внутренний относительный КПД турбины для ЦНД= - 0,02 для всех вариантов расчета. Обосновать результаты.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>Уметь: анализировать информацию о новых разработках режимов эксплуатации ТЭС и условиях их использования</p> | <p><b>1.Задание-11.</b> Для заданного преподавателем варианта рассчитать и построить следующие зависимости:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Изменение электрической мощности теплофикационной турбины при работе по тепловому графику.</li> <li>2.Изменение температуры сетевой воды за СП-2 в зависимости от режима работы.</li> <li>3.Изменение удельных расходов топлива на выработку электроэнергии и тепла отпускаемого из отборов турбины.</li> </ol> <p>Объяснить характер полученных зависимостей. Для расчетов использовать энергетические характеристики турбины (задаются преподавателем). Для всех режимов работы принять недогрев в сетевых подогревателях принять в соответствии с тепловой нагрузкой отборов. Потери давления в подводящих трубопроводах задаются преподавателем. Максимально-допустимое давление в верхнем отопительном отборе принять <math>P_{Т2}=0,25</math> МПа.</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Зачтены все задания и обоснования, имеются незначительные неточности

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: зачтены минимум два задания и третье имеет не принципиальные ошибки. Обоснования в целом верные, не имеют грубых ошибок

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: зачтены минимум два задания. В обоснованиях имеются ошибки не принципиального значения

Оценка: 2

*Описание характеристики выполнения знания:* не зачтены все задания или зачтено не более одного задания. В обоснованиях имеются ошибки, противоречащие законам физики, термодинамики и. д

## КМ-5. КМ-5

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Правильность выполнения задания и обоснования полученных результатов

### Краткое содержание задания:

Расчет режимов работы и показателей тепловой экономичности с использованием энергетических характеристик. Задания 13-14

### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Знать: методы расчета показателей тепловой экономичности для различных режимов работы</p>                       | <p><b>1.Задание-13.</b> Используя диаграмму режимов для турбины, задаваемой преподавателем, определить следующие изменения режимов работы: теплофикационная турбина работает по тепловому графику с тепловой нагрузкой <math>Q_t</math>, и температура сетевой воды за СП тсв. Используя диаграмму режимов определить электрическую мощность при работе по тепловому графику, расход пара в голову турбины, и удельный расход топлива на выработку тепловой и электрической энергии. Определить, как изменится расход пара в голову турбины при переходе на работу по электрическому графику с увеличением выработки электрической мощности (тепловая нагрузка и ее параметры остаются неизменными). Определить изменение расхода топлива на выработку электроэнергии в зависимости от нагрузки. Необходимые исходные данные для каждого варианта задаются преподавателем. Обосновать полученные результаты</p> |
| <p>Уметь: применять методы математического анализа, математического и физического моделирования режимов работы</p> | <p><b>1.Задание-14.</b> Используя диаграмму режимов для турбины типа ПТ с двумя регулируемыми отборами определить следующие показатели по заданному преподавателем для каждого варианта исходным значениям <math>D_p</math>, <math>D_t</math>, <math>N</math>.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить удельный расход топлива на выработку тепловой и электрической энергии. Исходные данные для определения начальных параметров и параметров пара, пара в отборах и температуры питательной воды представлены на диаграмме режимов.</li> <li>2. Определить, как изменятся показатели установки при увеличении или уменьшении отпуска пара промышленного отбора (<math>D_p</math> задаваемого преподавателем) для вашего варианта, если <math>N_t</math> и <math>D_t</math> остается неизменным. Обосновать полученные</li> </ol>                                                            |

|  |            |
|--|------------|
|  | результаты |
|--|------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* Зачтены все задания и обоснования, имеются незначительные неточности

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* зачтены минимум два задания и третье имеет не принципиальные ошибки. Обоснования в целом верные, не имеют грубых ошибок

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* зачтены минимум два задания. В обоснованиях имеются ошибки не принципиального значения.

*Оценка: 2*

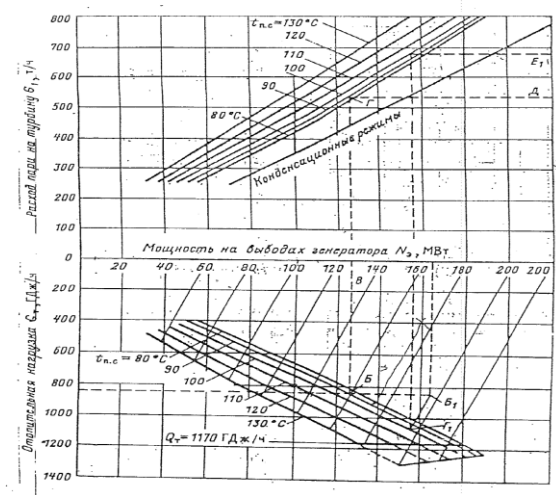
*Описание характеристики выполнения знания:* не зачтены все задания или зачтено не более одного задания. В обоснованиях имеются ошибки, противоречащие законам физики, термодинамики и. д

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                            |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>БИЛЕТ № 1</b><br><b>Кафедра ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ</b><br><b>Дисциплина Режимы работы и эксплуатация ТЭС</b><br><b>Институт Тепловой и Атомной Энергетики</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Утверждаю</b><br><b>Зав.кафедрой ТЭС</b><br><br><b>« 23» 05 2020 г.</b> |
| 1. | <p>Как изменится общий расход топлива и удельный расход условного топлива на конденсационном энергоблоке, если мощность турбины понизилась на 30% от номинальной. Параметры острого пара и пара промперегрева не изменились, вакуум в конденсаторе не изменился. Объяснить ответ. Дать качественный анализ.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                            |
| 2. | <p>Как меняется скорость прогрева основного оборудования при пуске, по мере набора параметров и нагрузки. Объяснить ответ. Дать качественный анализ.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                            |
| 3. | <p><b>Задача.</b> Теплофикационная турбина работает по тепловому графику: <math>Q_T = 800</math> ГДж/ч;. Температура сетевой воды за СП <math>t_{св} = 110</math> °С. Используя диаграмму режимов, определить <math>N_T</math>, как изменится расход пара в голову турбины и удельный расход топлива на выработку тепловой и электрической энергии при переходе на работу по электрическому графику с увеличением выработки эл. мощности на <math>DN_{э} = 20</math> МВт, если тепловая нагрузка и ее параметры остаются неизменными. Энтальпия питательной воды <math>h_{пв}=1050</math>кДж/кг, энтальпия острого пара <math>h_o=3460</math>кДж/кг</p>  |                                                                            |
|    | <p>Лектор Ильин Е.Т.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                            |

## Процедура проведения

Подготовка к ответу . Решение задачи тезисы ответов на теоретические вопросы. Устный ответ на вопросы и комментарии решению задачи.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знание принципов действия, конструкций и режимов работы объектов профессиональной деятельности с учетом обеспечения экологической безопасности в соответствии с технологией производства

#### **Вопросы, задания**

1. Как изменится предельный вакуум в конденсаторе турбины, если нагрузка турбины понизится со 100 до 50%. Объяснить ответ. Дать качественный анализ
2. Чем регулировочный диапазон турбоагрегата отличается от технического минимума. Объяснить ответ. Дать качественный анализ
3. Оперативный резерв в системе. Его назначение и использование. Какие факторы его определяют. Объяснить ответ. Дать качественный анализ
4. Какие факторы определяют продолжительность пуска энергоблока. Объяснить ответ. Дать качественный анализ
5. Чем объяснить снижение экономичности турбоагрегата, по мере снижения нагрузки. Перечислить основные факторы. Объяснить ответ. Дать качественный анализ
6. Как изменится удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии на теплофикационной турбине, работавшей по тепловому графику, если температура прямой и обратной сетевой воды снизится на 10°C. При этом тепловая нагрузка останется неизменной. Объяснить ответ. Дать качественный анализ
7. Как изменится удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии на теплофикационной турбине, работавшей по тепловому графику, если турбина перешла с двухступенчатого режима работы на одноступенчатый режим подогрева сетевой воды. Температуры прямой и обратной сетевой воды и расход сетевой воды остаются неизменными. Объяснить ответ. Дать качественный анализ
8. Как изменится удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии теплофикационной турбиной, работавшей по тепловому графику, если мощность турбины увеличилась на 20 МВт, а тепловая нагрузка и параметры отпуска тепла сохранились неизменными. Объяснить ответ. Дать качественный анализ
9. Как изменится удельный расход условного топлива на выработку мощности на конденсационной турбине, если мощность турбины осталась неизменной, температура циркулирующей воды на входе в конденсатор не изменилась, а расход циркулирующей воды увеличился на 20%. Объяснить ответ. Дать качественный анализ
10. В каких случаях, при использовании скользящего регулирования, можно получить снижение мощности СН. Объяснить ответ. Дать качественный анализ

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

##### **1.1. Выберите верное определение к выражению**

**Суммарная наибольшая активная электрическая мощность, с которой электроустановки станции могут длительно работать без перегрузки в соответствии с паспортом на оборудование за вычетом ограничений мощности агрегатов**

Ответы:

|   |                        |
|---|------------------------|
| 1 | Установленная мощность |
| 2 | Располагаемая мощность |

|   |                      |
|---|----------------------|
| 3 | Фактическая мощность |
| 4 | Рабочая мощность     |

Верный ответ: 2. Располагаемая мощность

## 2.2. Выберите верное определение к выражению

Обеспечивает восстановление нормального уровня частоты и плановых режимов обмена мощностью между частями энергосистемы или регионами

Ответы:

|   |                                                      |
|---|------------------------------------------------------|
| 1 | Первичное регулирование частоты и мощности в системе |
| 2 | Регулирование напряжения в узлах                     |
| 3 | Третичное регулирование частоты и мощности в системе |
| 4 | Вторичное регулирование частоты и мощности в системе |

Верный ответ: 4. Вторичное регулирование частоты и мощности в системе

## 3.3. Выберите основные факторы определяющие изменение тепловой экономичность энергоблока при снижении нагрузки

Ответы:

|   |                                                                                            |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Снижение теплоперепада в турбине                                                           |
| 2 | Снижение температуры питательной воды                                                      |
| 3 | Рост доли холостого хода                                                                   |
| 4 | Увеличение доли потерь в окружающую среду через теплоизоляцию трубопроводов и оборудования |
| 5 | Все ответы верны                                                                           |
| 6 | Нет верного ответа                                                                         |

Верный ответ: 1Снижение теплоперепада в турбине 2Снижение температуры питательной воды 3Рост доли холостого хода 4Увеличение доли потерь в окружающую среду через теплоизоляцию трубопроводов и оборудования

## 4.4. Выберите основные факторы не оказывающие влияния на изменение температурного напора в конденсаторе турбины

Ответы:

|   |                                                          |
|---|----------------------------------------------------------|
| 1 | Воздушная плотность конденсатора                         |
| 2 | Недостаточная производительность эжектора                |
| 3 | Температура циркулирующей воды на входе в конденсатор    |
| 4 | Заглушка части трубной системы в связи с неисправностью. |
| 5 | Все ответы верны                                         |
| 6 | Нет верного ответа                                       |
| 7 | Загрязненность трубок конденсатора                       |

Верный ответ: 6. Нет верного ответа

## 5.5. Выберите верное условие, соответствующее произошедшему изменению работы оборудования. При неизменной мощности, турбоагрегата, начальных параметрах пара и неизменной температуре циркулирующей воды ее расход уменьшился на 20%.

Ответы:

|   |                                                                                               |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии уменьшится.                     |
| 2 | Удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии увеличится.                     |
| 3 | Удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии останется неизменным.           |
| 4 | Удельный расход топлива на выработку электроэнергии не зависит от расхода циркулирующей воды. |

Верный ответ: 2. Удельный расход топлива на выработку электроэнергии увеличится.

**6.6. Выберите условие, ограничивающее минимальную нагрузку прямоточного котла, работающего на твердом топливе с жидким шлакоудалением, на уровне 70% от номинальной паропроизводительности**

Ответы:

|   |                                                           |
|---|-----------------------------------------------------------|
| 1 | Нарушение циркуляции среды                                |
| 2 | Нарушение устойчивости горения факела                     |
| 3 | Шлакование поверхностей нагрева                           |
| 4 | Снижение температуры острого пара ниже допустимого уровня |

Верный ответ: 3. Шлакование поверхностей нагрева

**7.7. Выберите условия регулирования производительности питательного насоса, обеспечивающие снижения мощности потребляемой питательным насосом, при переводе энергоблока на скользящее давление**

Ответы:

|   |                                                                               |
|---|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Регулирование прикрытием задвижки, установленной на напорной части насоса     |
| 2 | Регулирование регулирующим питательным клапаном (РПК)                         |
| 3 | Регулирование путем включения рециркуляции части питательной воды в деаэратор |
| 4 | Регулирование изменением частоты вращения привода питательного насоса         |

Верный ответ: 4. Регулирование изменением частоты вращения привода питательного насоса

**8.8. Выберите условия, при которых на энергоблоках нецелесообразно использовать двухбайпасную пусковую схему**

Ответы:

|   |                                              |
|---|----------------------------------------------|
| 1 | На энергоблоках без промежуточного перегрева |
| 2 | На энергоблоках с давлением пара выше 13МПа  |
| 3 | На энергоблоках с промежуточным перегревом   |
| 4 | На энергоблоках, имеющих встроенную задвижку |

Верный ответ: 1. На энергоблоках без промежуточного перегрева

**9.9. Упорядочить очередность следующих операций при пуске турбоагрегата**

Ответы:

|   |                                                      |
|---|------------------------------------------------------|
| 1 | Постановка турбины на валоповорот                    |
| 2 | Включение пусковых эжекторов и начало набора вакуума |
| 3 | Подача масла в систему смазки                        |
| 4 | Толчок ротора турбины и набор частоты вращения       |
| 5 | Подача пара на уплотнения турбины                    |

Верный ответ: 1Постановка турбины на валоповорот2 2Включение пусковых эжекторов и начало набора вакуума3 3Подача масла в систему смазки1 4Толчок ротора турбины и набор частоты вращения5 5Подача пара на уплотнения турбины4

**10.10. Какие пуски турбин можно отнести к пуску из неостывшего состояния**

Ответы:

|   |                                                     |
|---|-----------------------------------------------------|
| 1 | При температуре паровпуска 450-500 градусов Цельсия |
| 2 | При температуре паровпуска 300-350 градусов Цельсия |

|   |                                                     |
|---|-----------------------------------------------------|
| 3 | При температуре паровпуска 80-100 градусов Цельсия  |
| 4 | При температуре паровпуска 180-250 градусов Цельсия |

Верный ответ: 2. При температуре паровпуска 300-350 градусов Цельсия 4. При температуре паровпуска 180-250 градусов Цельсия

#### 11.11. Выберите, как изменятся показатели тепловой экономичности при снижении нагрузки конденсационного энергоблока

Ответы:

|   |                                                                                                   |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии уменьшится.                         |
| 2 | Удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии увеличится.                         |
| 3 | Удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии не меняется.                        |
| 4 | Удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии будет то возрастать, то уменьшаться |

Верный ответ: 2. Удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии увеличится

#### 12.12. Выберите верные определения к следующим условиям

Какие факторы определяют изменение удельного расхода условного топлива на выработку электроэнергии на теплофикационной турбине, работавшей по тепловому графику, если температура прямой и обратной сетевой воды снизится на 10оС. При этом тепловая нагрузка и расход сетевой воды останется неизменными

Ответы:

|   |                                                                |
|---|----------------------------------------------------------------|
| 1 | Снижение теплоперепада в турбине                               |
| 2 | Увеличение потерь в конденсаторе с вентиляционным потоком пара |
| 3 | Увеличение теплоперепада в турбине                             |
| 4 | Рост доли холостого хода                                       |
| 5 | Уменьшение потерь в конденсаторе с вентиляционным потоком пара |

Верный ответ: 3. Увеличение теплоперепада в турбине 5. Уменьшение потерь в конденсаторе с вентиляционным потоком пара

#### 13.13. Выберите верные определения к следующим условиям

Как изменятся потери тепла в конденсаторе теплофикационной турбины типа ПТ, работавшей по электрическому графику, если расход пара в отопительный отбор уменьшился на 20т/ч, а паровая нагрузка промышленного отбора и его параметры не изменились, параметры пара в теплофикационном отборе сохранились неизменными. Электрическая мощность турбины остается неизменной

Ответы:

|   |                                                                                                                                |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Не изменятся, так как диафрагма закрыта.                                                                                       |
| 2 | Вырастут, так как давление перед диафрагмой выросло.                                                                           |
| 3 | Вырастут, так как для поддержания электрической мощности, диафрагма приоткроется и расход пара в конденсатор увеличится        |
| 4 | Уменьшатся, так как для поддержания электрической мощности, диафрагма приоткроется, но расход пара в голову турбины сократится |

Верный ответ: 3. Вырастут, так как для поддержания электрической мощности, диафрагма приоткроется и расход пара в конденсатор увеличится

#### 14.14. Как изменится удельный расход топлива на выработку электроэнергии, теплофикационной турбины типа ПТ, работавшей по электрическому графику, если расход пара и параметры в отопительном отборе останутся неизменными, а паровая нагрузка промышленного отбора увеличится на 20т/ч, параметры пара в

**промышленном отборе сохранились неизменными. Электрическая мощность турбины остается неизменной**

Ответы:

|   |                     |
|---|---------------------|
| 1 | бзу.т. уменьшится   |
| 2 | бзу.т. увеличится   |
| 3 | бзу.т. не изменится |
| 4 | Все ответы неверные |

Верный ответ: 1. бзу.т. уменьшится

**15.15. Какие факторы определяют изменение удельного расхода условного топлива на выработку электроэнергии на теплофикационной турбине, работавшей по тепловому графику с одноступенчатым подогревом сетевой, с переходом на двухступенчатый. При этом тепловая нагрузка и параметры сетевой воды останутся неизменными.**

Ответы:

|   |                                                                                              |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Увеличение потерь в конденсаторе с вентиляционным потоком пара                               |
| 2 | Увеличение мощности турбоагрегата за счет работы потока пара в отсеке турбины между отборами |
| 3 | Снижение недогрева в сетевых подогревателях                                                  |
| 4 | Рост недогрева в сетевых подогревателях                                                      |
| 5 | Уменьшение потерь в конденсаторе с вентиляционным потоком пара                               |

Верный ответ: 2. Увеличение мощности турбоагрегата за счет работы потока пара в отсеке турбины между отборами 3. Снижение недогрева в сетевых подогревателях 5. Уменьшение потерь в конденсаторе с вентиляционным потоком пара

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: ответы полные.*

*Оценка: 4*

*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*

*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*

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

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

Итоговая оценка определяется путем усреднения текущей и промежуточной аттестации.