

**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: Тепловые электрические станции**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Паротурбинные ТЭС**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Буров В.Д.
	Идентификатор	R91184b28-BurovVD-5d31e2ff

В.Д. Буров

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тараторин А.А.
	Идентификатор	Ra801db72-TaratorinAA-0945af7f

А.А.  
Тараторин

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дудолин А.А.
	Идентификатор	Rb94958b9-DudolinAA-83802984

А.А. Дудолин

## 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 производственно-технологической деятельности в сфере теплоэнергетики и теплотехники

ИД-4 Принимает обоснованные технические решения при разработке схем и/или конструкций элементов объектов профессиональной деятельности

2. РПК-1 Способен определять энергоэффективность теплотехнического оборудования в сфере профессиональной деятельности

ИД-2 Определяет показатели энергоэффективности теплотехнического оборудования

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 (весна) «Показатели тепловой экономичности ТЭЦ. Отпуск теплоты потребителям.» (Контрольная работа)

2. Контрольная работа №1 (осень) «Принципиальные тепловые схемы паротурбинных энергоблоков» (Контрольная работа)

3. Контрольная работа №2 (весна) «Баланс рабочего тела, термический способ восполнения потерь пара и воды на ТЭС» (Контрольная работа)

4. Контрольная работа №2 (осень) «Показатели тепловой экономичности КЭС и регенеративный подогрев на КЭС» (Контрольная работа)

5. Контрольная работа №3 (весна) «Техническое водоснабжение» (Контрольная работа)

6. Контрольная работа №4 (весна) «Вспомогательное оборудование ТЭС» (Контрольная работа)

7. Расчетное задание (осень) «Конструкторский расчет принципиальной тепловой схемы конденсационного паротурбинного энергоблока» (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (осень) (Перекрестный опрос)

### БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	8	12	16	16
1					
Развитие ТЭС в России		+			

Технологические и тепловые схемы паротурбинных ТЭС	+			
Показатели тепловой экономичности паротурбинных КЭС	+			
Технико-экономические критерии при разработке ТЭС и их характеристик	+			
2				
Регенеративный подогрев конденсата и питательной воды на паротурбинных КЭС		+		+
Пути повышения экономичности паротурбинных КЭС		+		
Конструкторский расчет принципиальных тепловых схем паротурбинных КЭС		+		+
3				
Энергетические показатели паротурбинных ТЭЦ			+	
Технологии отпуска теплоты на паротурбинных ТЭЦ			+	
Вес КМ:	15	25	30	30

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
	Срок КМ:	4	6	8	12
4					
Топливное хозяйство и техническое водоснабжение на ТЭС	+				
5					
Полные тепловые схемы паротурбинных ТЭС			+		
Выбор типов и мощности ТЭС и энергоблоков. Выбор основного и вспомогательного оборудования ТЭС.			+		
6					
Компоновки главного корпуса и генеральный план ТЭС				+	
Направления совершенствования ТЭС				+	
7					
Нетрадиционные технологии производства электроэнергии и теплоты					+
Вес КМ:	25	25	25	25	25

§Общая часть/Для промежуточной аттестации§

**БРС курсовой работы/проекта**

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %
-------------------	---------------------------------

	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
	Срок КМ:	10	12
Выбор основного и вспомогательного оборудования энергоблока		+	
Разработка расширенной принципиальной тепловой схемы энергоблока			+
	Вес КМ:	40	60

## 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-4ПК-1 Принимает обоснованные технические решения при разработке схем и/или конструкций элементов объектов профессиональной деятельности	<p>Знать:</p> <p>основные показатели экономичности тепловых схем ТЭС</p> <p>назначение и характеристики основного оборудования ТЭС</p> <p>характеристики технического водоснабжения на ТЭС и других общестанционных систем</p> <p>баланс рабочего тела на ТЭС и способы восполнения потерь пара и воды на ТЭС</p> <p>показатели тепловой экономичности ТЭС</p> <p>Уметь:</p> <p>определять основные характеристики вспомогательного оборудования ТЭС</p> <p>определять основные характеристики</p>	<p>Защита лабораторных работ (осень) (Перекрестный опрос)</p> <p>Расчетное задание (осень) “Конструкторский расчет принципиальной тепловой схемы конденсационного паротурбинного энергоблока” (Расчетно-графическая работа)</p> <p>Контрольная работа №1 (весна) «Показатели тепловой экономичности ТЭС. Отпуск теплоты потребителям.» (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа №2 (весна) «Баланс рабочего тела, термический способ восполнения потерь пара и воды на ТЭС» (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа №3 (весна) «Техническое водоснабжение» (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа №4 (весна) «Вспомогательное оборудование ТЭС» (Контрольная работа)</p>

		<p>теплообменных аппаратов ТЭС</p> <p>выбирать основное и вспомогательное оборудование систем технического водоснабжения паротурбинных ТЭС</p> <p>определять основные показатели экономичности тепловых схем ТЭС</p> <p>рассчитывать энергетические показатели ТЭЦ</p>	
РПК-1	ИД-2 <sub>РПК-1</sub> Определяет показатели энергоэффективности теплотехнического оборудования	<p>Знать:</p> <p>показатели тепловой экономичности КЭС, способы повышения тепловой экономичности КЭС, технико-экономические критерии</p> <p>Уметь:</p> <p>выполнять расчёт основных элементов тепловых схем ТЭС</p>	<p>Контрольная работа №1 (осень) “Принципиальные тепловые схемы паротурбинных энергоблоков” (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа №2 (осень) “Показатели тепловой экономичности КЭС и регенеративный подогрев на КЭС” (Контрольная работа)</p>

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

7 семестр

### КМ-1. Контрольная работа №1 (осень) “Принципиальные тепловые схемы паротурбинных энергоблоков”

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется студентами самостоятельно согласно выданным вариантам

**Краткое содержание задания:**

Задание КР1 осень

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: показатели тепловой экономичности КЭС, способы повышения тепловой экономичности КЭС, технико-экономические критерии	1. Вопрос на знания КР1 осень: Схемы включения конденсатных насосов при различных типах ПНД (4 шт.). Турбоустановка на докритических параметрах.
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2*

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

### КМ-2. Контрольная работа №2 (осень) “Показатели тепловой экономичности КЭС и регенеративный подогрев на КЭС”

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется студентами самостоятельно согласно выданным вариантам

**Краткое содержание задания:**

Задание КР2 осень

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: выполнять расчёт основных элементов тепловых схем ТЭС	1. Вопрос на умения КР2 осень: Определить оптимальные энтальпии и температуры конденсата в системе регенерации низкого давления. Если известно: типы ПНД – поверхностные; число ПНД – 4; давление деаэраторе – 0,59 МПа; энергоблок на докритических параметрах; давление в конденсаторе турбины – 5 кПа; недогрев во всех ПНД – 3оС.
--	---

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5**Нижний порог выполнения задания в процентах: 70**Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно**Оценка: 4**Нижний порог выполнения задания в процентах: 60**Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач**Оценка: 3**Нижний порог выполнения задания в процентах: 50**Описание характеристики выполнения задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено**Оценка: 2**Описание характеристики выполнения задания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено***КМ-3. Защита лабораторных работ (осень)****Формы реализации:** Устная форма**Тип контрольного мероприятия:** Перекрестный опрос**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Ответы на вопросы в формате собеседования**Краткое содержание задания:**

Вопросы защиты ЛР осень

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: назначение и характеристики основного оборудования ТЭС	1. Вопрос на знания защиты ЛР осень: перечислите и объясните назначение всех основных элементов тепловой схемы на примере ТЭС МЭИ
---	---

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5**Описание характеристики выполнения задания:**Оценка: 4**Описание характеристики выполнения задания:*

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

#### **КМ-4. Расчетное задание (осень) “Конструкторский расчет принципиальной тепловой схемы конденсационного паротурбинного энергоблока”**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется студентами самостоятельно согласно выданным вариантам

#### **Краткое содержание задания:**

Задание КР4 осень:

- 1.1. Составить принципиальную тепловую схему блока в соответствии с полученным заданием.
- 1.2. Построить процесс расширения пара в турбине в  $h,s$ -диаграмме.
- 1.3. Распределить регенеративный подогрев по ступеням по одному из методов; составить таблицу параметров пара и воды, используя процесс в  $h,s$ -диаграмме и «Таблицы воды и водяного пара».
- 1.4. Составить и решить уравнения теплового баланса теплообменников, определив расход пара на каждый теплообменник и в конденсатор; произвести контроль правильности арифметических вычислений по балансу пара в конденсаторе турбины.
- 1.5. Определить расход пара на турбину, котел и на подогреватели; определить мощность питательного насоса и показатели тепловой экономичности блока брутто и нетто; определить расход натурального и условного топлива.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные показатели экономичности тепловых схем ТЭС	1.Вопрос на знания КР4 осень Объясните основные положения расчёта тепловой схемы конденсационного энергоблока
Уметь: определять основные характеристики теплообменных аппаратов ТЭС	1.Вопрос на умения КР4 осень 1.1. Составить принципиальную тепловую схему блока в соответствии с полученным заданием. 1.2. Построить процесс расширения пара в турбине в $h,s$ -диаграмме. 1.3. Распределить регенеративный подогрев по ступеням по одному из методов; составить таблицу параметров пара и воды, используя процесс в $h,s$ -диаграмме и «Таблицы воды и водяного пара». 1.4. Составить и решить уравнения теплового баланса теплообменников, определив расход пара на каждый теплообменник и в конденсатор; произвести контроль правильности арифметических вычислений по балансу пара в конденсаторе турбины. 1.5. Определить расход пара на турбину, котел и на подогреватели; определить мощность питательного насоса и показатели тепловой экономичности блока брутто и нетто; определить

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5**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**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**Нижний порог выполнения задания в процентах: 50**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено**Оценка: 2**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено***8 семестр****КМ-5. Контрольная работа №1 (весна) «Показатели тепловой экономичности ТЭЦ. Отпуск теплоты потребителям.»****Формы реализации:** Письменная работа**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется студентами самостоятельно согласно выданным вариантам**Краткое содержание задания:**

Задание КР1 весна

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: показатели тепловой экономичности ТЭЦ	1. Вопрос на знания КР1 весна: 1. Как изменится КПД по выработке электроэнергии (по «физическому» методу) теплофикационного энергоблока при увеличении отпуска теплоты от теплофикационных отборов и почему? Электрическая мощность, суммарный отпуск теплоты и расход сетевой воды- постоянны.
Уметь: рассчитывать энергетические показатели ТЭЦ	1. Вопрос на умения КР1 весна: 1. Определить давление пара в верхнем регулируемом отборе турбины при $t_{нв} = -7^{\circ}\text{C}$ , если температура прямой сетевой воды $t_{пс} = 150^{\circ}\text{C}$ при $t_{нв} = -25^{\circ}\text{C}$ , а при $t_{нв} = +5^{\circ}\text{C}$ $t_{пс} = 70^{\circ}\text{C}$ . Потери давления в трубопроводах и недогрев в верхнем сетевом подогревателе принять.

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5*

*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*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2*

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

### **КМ-6. Контрольная работа №2 (весна) «Баланс рабочего тела, термический способ восполнения потерь пара и воды на ТЭС»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Согласно вариантам

**Краткое содержание задания:**

Задание КР2 весна

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: баланс рабочего тела на ТЭС и способы восполнения потерь пара и воды на ТЭС	1.Вопрос знания КР2 весна: Как изменится ( и почему?) найденный температурный напор если возрастет заданная производительность испарителя.
Уметь: определять основные показатели экономичности тепловых схем ТЭС	1.Вопрос умения КР2 весна: Испаритель включен в схему подогрева основного конденсата турбины без потерь тепловой экономичности. Производительность испарителя составляет 15 т/ч. Потерь давления в тракте вторичного пара нет. Конденсат греющего пара из испарителя отводится в линию дренажей ПНД. Определить температурный напор в испарителе. Если известны данные: давление (Ргр) и температура (tгр) пара в отборе турбины (от которого он отводится к испарителю), температура конденсата на входе в КИ (tвх), расход конденсата через КИ (Док), недогрев в КИ (Δки) и потери давления по тракту греющего пара (ΔРгр).

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2*

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

### **КМ-7. Контрольная работа №3 (весна) «Техническое водоснабжение»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Задание по вариантам

**Краткое содержание задания:**

Задание КРЗ весна

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: характеристики технического водоснабжения на ТЭС и других общестанционных систем	1.Вопросы знания КРЗ весна: Укажите способы снижения температуры циркулирующей воды на входе в конденсатор для оборотной системы ТЭС с прудами - охладителями.
Уметь: выбирать основное и вспомогательное оборудование систем технического водоснабжения паротурбинных ТЭС	1.Вопросы умения КРЗ весна: Определить расход циркуляционной воды через конденсатор паровой турбины и кратность охлаждения (m). Если известны: расход пара в конденсатор (Dк), энтальпия пара на входе в конденсатор(hвх.к), давление в конденсаторе (Рк), нагрев воды в конденсаторе (Δtk).

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2*

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

## КМ-8. Контрольная работа №4 (весна) «Вспомогательное оборудование ТЭС»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Вопросы по вариантам

**Краткое содержание задания:**

Задание КР4 весна

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: определять основные характеристики вспомогательного оборудования ТЭС	1. Вопрос на умения КР4 весна: Определить скорость пара в трубопроводе “холодного” промперегрева, если известно: давления пара – 4 МПа; температура пара – 315 °С; расход пара – 420 т/ч; внутренний диаметр трубопровода- 0,41м.
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2*

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

**Для курсового проекта/работы**

**8 семестр**

### ***I. Описание КП/КР***

Разработка расширенной принципиальной тепловой схемы конденсационного энергоблока с выбором основного и вспомогательного тепломеханического оборудования

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

Пример задания

Разработать расширенную принципиальную тепловую схему конденсационного энергоблока с выбором основного и вспомогательного тепломеханического оборудования

## Тематика КП/КР:

### КМ-1. Выбор основного и вспомогательного оборудования энергоблока

#### Описание шкалы оценивания

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

### КМ-2. Разработка расширенной принципиальной тепловой схемы энергоблока

#### Описание шкалы оценивания

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Кафедра Тепловых электрических станций (ТЭС) Дисциплина «Паротурбинные ТЭС»  ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1	Утверждаю Зав. кафедрой Дудолин А.А.  «» 12 г.
<p><b>1.</b> Назначение регенерации низкого давления энергоблока, ее основные элементы. Изобразите возможные схемы (для 2-х вариантов) регенерации низкого давления (типы и схемы включения ПНД, конденсатных насосов, сливы дренажей ПНД) для турбоустановки (энергоблока) конденсационного типа на докритических параметрах пара. Число ПНД – 4 шт. Варианты схем: 1) все ПНД – поверхностные; 2) ПНД1 и 2 – смешивающие, горизонтальные.</p> <p><b>2.</b> Влияние технических ограничений на выбор технико-экономических решений (параметров, характеристик) на ТЭС. Дать примеры этих ограничений с объяснением их влияния на выбор оптимальных решений.</p> <p><b>3. ЗАДАЧА.</b> Непрерывная продувка котла (5,0 т/ч) поступает в расширитель продувки. Пар из расширителя отводится в деаэратор с давлением 0,59 МПа. Определить Количество пара, образующегося в расширителе, если давление в барабане котла 10,0 МПа.</p>	
Лектор дисциплины	

## Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Каждый студент получает экзаменационный билет который включает в себя теоретические вопросы и практические вопросы или задачи. Время подготовки ответов 60 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>ПК-1</sub> Принимает обоснованные технические решения при разработке схем и/или конструкций элементов объектов профессиональной деятельности

### Вопросы, задания

1. Алгоритм конструкторского расчёта ПрТС конденсационного энергоблока. Для чего выполняется проверка баланса пара и воды на узле – «конденсатор»?

## Материалы для проверки остаточных знаний

1. ТЭС с турбоустановкой типа «Т» является:

Ответы:

- а) - конденсационной электростанцией
- б) - промышленно-отопительной теплоэлектроцентралью
- в) - отопительной теплоэлектроцентралью

Верный ответ: в) - отопительной теплоэлектроцентралью

2. Одноконтурная АЭС работает с реактором типа

Ответы:

- а) - ВВЭР
- б) - РБМК
- в) - БН

Верный ответ: б) - РБМК

3. В каких схемах КЭС устанавливаются блочные обессоливающие установки (БОУ)

Ответы:

- а) во всех схемах КЭС
- б) в схемах с барабанными котлами
- в) в схемах с прямоточными котлами

Верный ответ: в) в схемах с прямоточными котлами

4. Какие вредные вещества необходимо рассчитывать при сжигании на ТЭС природного газа

Ответы:

- а) оксиды серы и азота
- б) только оксиды азота
- в) оксиды серы, азота и сажу

Верный ответ: б) только оксиды азота

5. Приятное значение низшей рабочей теплоты сгорания условного топлива

Ответы:

- а) 7000 кДж/кг
- б) 7000 ккал/кг
- в) 10000 кДж/кг

Верный ответ: б) 7000 ккал/кг

6. Зависимость для определения КПД брутто блока КЭС по прямому балансу

Ответы:

- а)  $\text{КПД бл.бр} = Nэ / (Вт \cdot Q_{рн})$
- б)  $\text{КПД бл.бр} = Вт \cdot Q_{рн} / Nэ$
- в)  $\text{КПД бл.бр} = Nэ / Q_0$

Верный ответ: а)  $\text{КПД бл.бр} = Nэ / (Вт \cdot Q_{рн})$

7. Как в расчете тепловой схемы КЭС производится контроль правильности вычислений при решении уравнений теплового баланса теплообменников

Ответы:

- а) - по расчету абсолютного расхода пара на турбину и сравнению его с прототипом
- б) - методом последовательного приближения
- в) - по балансу пара в конденсаторе турбины

Верный ответ: в) - по балансу пара в конденсаторе турбины

8. Каким методом определяется оптимальное местоположение отбора пара конденсационной турбины после промежуточного перегрева

Ответы:

- а) - методом равномерного распределения подогрева
- б) - методом индифферентной точки
- в) - методом подогрева по геометрической прогрессии

Верный ответ: б) - методом индифферентной точки

9. Как в конструкторском расчете тепловой схемы КЭС определить абсолютный расход пара в голову турбины  $D_0$ , кг/с

Ответы:

- а) Решив энергетическое уравнение турбины определяем величину приведенного теплоперепада  $H_{пр}$  и затем расход пара как  $D_0 = N_э / (H_{пр} \cdot \eta_m \cdot \eta_g)$
- б) Решив энергетическое уравнение турбины определяем величину приведенного теплоперепада  $H_{пр}$  и затем расход пара как  $D_0 = N_э \cdot H_{пр} \cdot \eta_m \cdot \eta_g$
- в) Определив относительные расходы пара из отборов турбины  $\alpha_i$  определяем абсолютный расход пара как  $D_0 = N_э \cdot \sum \alpha_i$

Верный ответ: а) Решив энергетическое уравнение турбины определяем величину приведенного теплоперепада  $H_{пр}$  и затем расход пара как  $D_0 = N_э / (H_{пр} \cdot \eta_m \cdot \eta_g)$

10. Теплота от ТЭЦ промышленным предприятиям на технологические нужды отпускается в виде

Ответы:

- а) насыщенного пара
- а) горячей воды
- б) перегретого пара

Верный ответ: б) перегретого пара

11. Что называется качественным регулированием отпуска теплоты на отопление и ГВС

Ответы:

- а) регулирование путем изменения температуры сетевой воды
- б) регулирование путем изменения расхода сетевой воды
- в) регулирование путем изменения давления сетевой воды

Верный ответ: а) регулирование путем изменения температуры сетевой воды

12. Определить КПД турбоустановки ТЭЦ по выработке электрической энергии физическим методом

Ответы:

- а)  $\text{КПД} = N_э / Q_0$
- б)  $\text{КПД} = N_э / W_T$
- в)  $\text{КПД} = N_э / (Q_0 - Q_{тп})$

Верный ответ: в)  $\text{КПД} = N_э / (Q_0 - Q_{тп})$

13. Отличие принципиальной тепловой схемы блока ТЭЦ с теплофикационной турбиной от принципиальной тепловой схемы блока КЭС

Ответы:

- а) - наличие турбины с противодавлением
- б) - отсутствие конденсатора
- в) - наличие цикла по сетевой воде

Верный ответ: в) - наличие цикла по сетевой воде

14. Для установки ПНД по гравитационной схеме в системе регенерации низкого давления турбины выбрать типоразмер подогревателя

Ответы:

- а) ПНСГ-800-2
- б) ПНСВ-800-2
- в) ПН-800-25-6

Верный ответ: а) ПНСГ-800-2

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2РПК-1 Определяет показатели энергоэффективности теплотехнического оборудования

**Вопросы, задания**

1. Влияние начальных параметров ( $P_0$ ,  $t_0$ ) на тепловую экономичность КЭС. Положительные и негативные факторы при повышении начальных параметров пара ( $P_0$ ,  $t_0$ ) на КЭС. Каким образом можно обеспечить постоянную конечную влажность на выхлопе турбины при повышении начальных параметров пара?
2. Определить расход пара на ПВД3 (по ходу пара), если сумма дренажей из ПВД1 и ПВД2 равна 0.15. Параметры греющего пара в 3-м отборе:  $P_3=1.25$  МПа,  $t_3=372$  оС, недогрев в ПВД3 – 2 оС, недоохлаждение дренажа в ПВД3 – 11 оС, расход питательной воды через ПВД – 1,025, давление питательной воды после ПН – 30.5 МПа, а её температура – 172 оС, энтальпия дренажа после ПВД2 – 904 кДж/кг

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1. В какое время года рассеивание вредных выбросов от ТЭС происходит лучше  
Ответы:  
а) летом  
б) зимой  
в) не зависит от времени года  
Верный ответ: б) зимой
2. Электрической станцией, работающей на возобновляемых источниках энергии, является:  
Ответы:  
а) атомная электростанция  
б) тепловая электростанция  
в) гидроэлектростанция  
Верный ответ: в) гидроэлектростанция
3. Какое значение давления воды в трубной системе подогревателя ПВ-475-230-50  
Ответы:  
а) 475 кгс/см<sup>2</sup>  
б) 230 кгс/см<sup>2</sup>  
в) 50 кгс/см<sup>2</sup>  
Верный ответ: б) 230 кгс/см<sup>2</sup>
4. В каких случаях используют параллельное включение насосов  
Ответы:  
а) необходимо увеличить подачу ( $Q$ , м<sup>3</sup>/час)  
б) необходимо увеличить напор ( $H$ , м.в.ст.)  
в) необходимо увеличить мощность ( $N$ , кВт)  
Верный ответ: а) необходимо увеличить подачу ( $Q$ , м<sup>3</sup>/час)
5. Что оказывает влияние на массовой выброс оксидов серы  
Ответы:  
а) температура в топке.  
б) избыток воздуха.  
в) содержание серы в топливе  
Верный ответ: в) содержание серы в топливе
6. Основным назначением деаэратора питательной воды является:  
Ответы:  
а) - снижение солесодержания питательной воды  
б) - удаление агрессивных газов  
в) - охлаждение питательной воды  
Верный ответ: б) - удаление агрессивных газов

7. По каким характеристикам выбирается конденсатный насос

Ответы:

- а) по подаче и мощности
- б) по мощности и КПД
- в) по подаче и напору

Верный ответ: в) по подаче и напору

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*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*

*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.

*Оценка: 2*

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

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

Итоговая оценка за освоение дисциплины выставляется с учетом баллов семестровой составляющей и экзаменационной составляющей.

### **8 семестр**

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### **Пример билета**

1. 1. Обратная система технического водоснабжения (СТВ) с водоемами-охладителями. Способы снижения температуры воды на входе в конденсатор турбины при этой СТВ. Достоинства и недостатки этой системы.
1. 2. Назначение деаэраторов, схемы их включения в тепловую схему энергоблока. Критерии выбора элементов деаэратора.
3. **Задача.** Разработать тепловую схему регенерации низкого давления (ПНД и КН): от конденсатора до деаэратора, при 2х поверхностных ПНД и 2х смешивающих ПНД (ПНД-1 и ПНД-2) горизонтального типа. Определить давление конденсата за КН-1. Известно, что давление в ПНД-1 – 0,020 МПа. Блок на сверхкритических параметрах. Как

изменится (и почему) найденное давление конденсата за КН-1, если все ПНД будут поверхностного типа? (Необходимые исходные данные принять).

## **Процедура проведения**

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Каждый студент получает экзаменационный билет который включает в себя теоретические вопросы и практические вопросы или задачи. Время подготовки ответов 60 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>ПК-1</sub> Принимает обоснованные технические решения при разработке схем и/или конструкций элементов объектов профессиональной деятельности

#### **Вопросы, задания**

1. Назначение КН-2 в схеме с двумя смешивающими ПНД вертикального типа, критерии выбора КН-2. Показать схемы включения КН-2 с обозначениями для энергоблоков на докритических и сверхкритических параметрах пара
2. Основные различия в генеральных планах ТЭС на пылеугольном топливе и природном газе
3. Разработать тепловую схему регенерации низкого давления (ПНД и КН): от конденсатора до деаэратора, при 2х поверхностных ПНД и 2х смешивающих ПНД (ПНД-1 и ПНД-2) вертикального типа. Определить давление конденсата за КН-2 и его напор. Известно: блок на сверхкритических параметрах; давление в ПНД-1 - 0,019 МПа, в ПНД-2 - 0,085 МПа. Как изменится (и почему) найденное давление если блок будет докритических параметрах?

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

*Оценка: 5*

*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*

*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.

*Оценка: 2*

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

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

Итоговая оценка за освоение дисциплины выставляется с учетом баллов семестровой составляющей и экзаменационной составляющей.



**Для курсового проекта/работы:**

**8 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Прием защиты курсовой работы проводится комиссией состоящей из 2-3 преподавателей. Студент представляет расчетно-пояснительную записку и графический материал в виде принципиальной тепловой схемы блока и делает доклад по основным этапам расчета. После доклада студенту задаются вопросы. Время защиты курсовой работы - 20 минут.

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

*Оценка: 5*

*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*

*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.*

*Оценка: 2*

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

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

Итоговая оценка за выполнение курсовой работы выставляется с учетом баллов семестровой составляющей и оценки за защиту .