

**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  
Вспомогательное оборудование электростанций**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пай А.В.
	Идентификатор	Rf1f642dc-PaiAV-a2446597

А.В. Пай

## 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: Письменная работа

1. Конструкторский расчёт ПВД (Расчетно-графическая работа)
2. Контрольная работа (Контрольная работа)
3. Расчёт деаэратора (Расчетно-графическая работа)
4. Расчёт сетевого подогревателя (Расчетно-графическая работа)
5. Тепловой расчёт ПВД (Расчетно-графическая работа)

## БРС дисциплины

### 8 семестр

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

- КМ-1 Тепловой расчёт ПВД (Расчетно-графическая работа)  
КМ-2 Конструкторский расчёт ПВД (Расчетно-графическая работа)  
КМ-3 Расчёт деаэратора (Расчетно-графическая работа)  
КМ-4 Расчёт сетевого подогревателя (Расчетно-графическая работа)  
КМ-5 Контрольная работа (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	2	6	8	10	12
Теплообменное оборудование						
Поверхностные теплообменные аппараты схем ТЭС		+	+		+	+
Контактные теплообменные аппараты схем ТЭС				+		+

Расчет на прочность теплообменных аппаратов и трубопроводов			+		
Трубопроводы и арматура ТЭС и АЭС					
Трубопроводы и арматура ТЭС и АЭС					+
Нагнетатели ТЭС					
Насосы ТЭС					+
Тягодутьевые машины ТЭС					+
Вес КМ:	10	25	15	10	40

### БРС курсовой работы/проекта

### 8 семестр

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

- КМ-1 Тепловой расчёт теплообменного аппарата
- КМ-2 Конструкторский расчёт теплообменного аппарата
- КМ-3 Гидравлический и прочностной расчёт теплообменного аппарата
- КМ-4 Оформление пояснительной записки
- КМ-5 Оформление чертежа теплообменного аппарата

#### Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	2	6	8	10	12
Тепловой расчёт теплообменного аппарата		+				
Конструкторский расчёт теплообменного аппарата			+			
Гидравлический и прочностной расчёт теплообменного аппарата				+		
Оформление пояснительной записки					+	
Оформление чертежа теплообменного аппарата						+
Вес КМ:		15	25	20	10	30

## 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-1ПК-2 Демонстрирует знание принципов действия, конструкций и режимов работы объектов профессиональной деятельности с учетом обеспечения экологической безопасности в соответствии с технологией производства	<p>Знать:</p> <p>назначение, принцип действия, особенности использования, характеристики и конструкции тепломеханического и вспомогательного оборудования электростанций</p> <p>Уметь:</p> <p>выполнять гидравлические расчёты и расчёты на прочность элементов теплообменных аппаратов</p> <p>выполнять конструкторский и поверочный расчет поверхностных теплообменных аппаратов ТЭС</p> <p>выполнять тепловой расчет поверхностных теплообменных аппаратов ТЭС</p>	<p>КМ-1 Тепловой расчёт ПВД (Расчетно-графическая работа)</p> <p>КМ-2 Конструкторский расчёт ПВД (Расчетно-графическая работа)</p> <p>КМ-3 Расчёт деаэратора (Расчетно-графическая работа)</p> <p>КМ-4 Расчёт сетевого подогревателя (Расчетно-графическая работа)</p> <p>КМ-5 Контрольная работа (Контрольная работа)</p>

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

### КМ-1. Тепловой расчёт ПВД

**Формы реализации:** Письменная работа

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

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

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

#### Краткое содержание задания:

Выполнить тепловой расчёт ПВД с определением тепловой нагрузки каждой из зон и температурных напоров в них (параметры теплоносителей участка тепловой схемы задаются по вариантам).

#### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выполнять конструкторский и поверочный расчет поверхностных теплообменных аппаратов ТЭС	1.Изобразить расчётную тепловую схему подогревателя высокого давления
Уметь: выполнять тепловой расчет поверхностных теплообменных аппаратов ТЭС	1.Для заданного участка тепловой схемы выполнить тепловой расчёт подогревателя высокого давления: определить температуры питательной воды и пара в элементах подогревателя и температурные напоры в них.

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

### КМ-2. Конструкторский расчёт ПВД

**Формы реализации:** Письменная работа

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

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

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

**Краткое содержание задания:**

Для подогревателя высокого давления из задания №1 определить условия теплообмена в каждой из зон, необходимую поверхность нагрева и количество спиральных элементов.

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выполнять конструкторский и поверочный расчет поверхностных теплообменных аппаратов ТЭС	1.Изобразить схему движения питательной воды в ПВД. 2.Изобразить схему движения пара и конденсата греющего пара в ПВД. 3.Сравнить скорость питательной воды в отдельных зонах ПВД с принятой. Для случаев, когда фактическая и принятая скорости питательной воды отличаются, указать и обосновать, какие изменения необходимо внести в конструкцию ПВД, чтобы скорость питательной воды сошла и находилась в допустимом диапазоне.
Уметь: выполнять тепловой расчет поверхностных теплообменных аппаратов ТЭС	1.Построить температурный график ПВД.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

**КМ-3. Расчёт деаэратора**

**Формы реализации:** Письменная работа

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

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

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

**Краткое содержание задания:**

Рассчитать подогрев воды в отсеках струйного деаэрата и определить концентрацию кислорода в конце каждого из отсеков (согласно индивидуальному заданию).

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выполнять гидравлические расчёты и расчёты на прочность элементов теплообменных аппаратов	1. Сравнить полученную концентрацию кислорода в питательной воде на выходе из деаэрата с нормативным значением 2. Удовлетворяет ли полученная концентрация кислорода требованиям нормативов? Какие изменения следует внести в конструкцию струйного деаэрата для обеспечения требований нормативов по содержанию кислорода в питательной воде котлов?

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

**КМ-4. Расчёт сетевого подогревателя**

**Формы реализации:** Письменная работа

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

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

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

**Краткое содержание задания:**

Рассчитать поверхность теплообмена сетевого подогревателя вертикального типа.

Определить гидравлическое сопротивление подогревателя со стороны сетевой воды.

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выполнять конструкторский и поверочный расчет поверхностных теплообменных аппаратов ТЭС	1. Выполнить тепловой и конструкторский расчёт сетевого подогревателя.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выполнять тепловой расчет поверхностных теплообменных аппаратов ТЭС	1. Согласно представленному алгоритму расчёта выполнить и представить в отчёте: - схему включения рассчитываемого сетевого подогревателя в тепловую схему турбоустановки; - конструктивную схему рассчитываемого сетевого подогревателя; - схему организации 4-х ходового движения сетевой воды в подогревателе; - схему для расчёта гидравлического сопротивления.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

**КМ-5. Контрольная работа**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

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

**Краткое содержание задания:**

Развёрнуто ответить на поставленные вопросы, все утверждения должны быть обоснованными

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: назначение, принцип действия, особенности использования, характеристики и конструкции тепломеханического и вспомогательного оборудования электростанций	1. С какой целью и куда отводится воздух из ПНД и других подогревателей? 2. Чем обусловлено применение

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	<p>коллекторной системы и спиральных труб в ПВД?</p> <p>3. Принцип маркировки поверхностных ПНД и ПВД ТЭС и АЭС.</p> <p>4. Каково назначение линзовых компенсаторов на корпусе сетевых подогревателей? Изобразите схему.</p> <p>5. Перечислите преимущества и недостатки применения смешивающих подогревателей в тепловой схеме ТЭС.</p> <p>6. Приведите примеры маркировки дымососов и дутьевых вентиляторов (расшифруйте их).</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

НИУ «МЭИ»	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1		УТВЕРЖДАЮ зав. кафедрой ТЭС
	Институт тепловой и атомной энергетики	Кафедра	
	Дисциплина	Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций	29 апреля 2024 г.

1. Конструктивные схемы ПВД смешивающего типа, принцип работы. Преимущества и недостатки смешивающих ПВД.

2. Определить необходимое число отверстий и диаметр барботажного листа деаэрагора, в который подаётся пар с расходом 12 кг/с, давлением 0,75 МПа и температурой 370°С. Диаметр отверстий принять 7 мм, а их шаг 20 мм.

3. Конструкция деаэрагора.

*Лектор предмета* \_\_\_\_\_ /А.В. Пав/

## Процедура проведения

Устный экзамен

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

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

### **Вопросы, задания**

1. Арматура ТЭС. Опоры и подвески трубопроводов, их назначение.
2. Описать основные положения расчёта на прочность элементов теплообменных аппаратов
3. Конструктивная схема ПВД, схема включения зон подогрева воды, график изменения температур

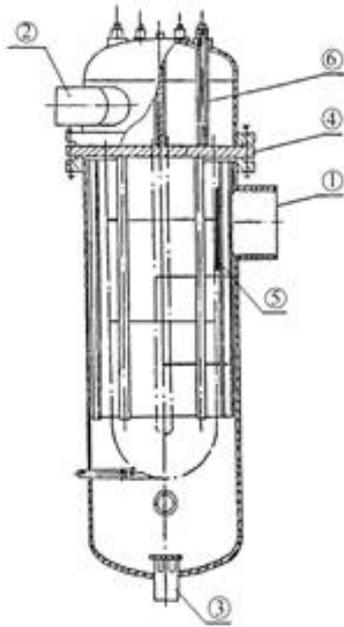
### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. На величину недогрева в подогревателе поверхностного типа влияет:

Ответы:

1. Наличие охладителя пара. 2. Наличие охладителя конденсата. 3. Параметры греющего пара.

Верный ответ: 1. Наличие охладителя пара.



2.

На рисунке подвод нагреваемой воды (конденсата) к ПНД обозначен цифрой:

Ответы:

1. «1» 2. «2» 3. «3»

Верный ответ: 2. «2»

3. В основе принципа работы термического деаэратора лежит закон:

Ответы:

1. Генри 2. Ренкина 3. Брайтона

Верный ответ: 1. Генри

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

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

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

**Для курсового проекта/работы:**

**8 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

1. Доклад студента по выполненным расчётам, описание разработанной конструкции. 2. Вопросы студенту.

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

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

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

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.