

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

**Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

**Наименование образовательной программы: Атомные электростанции и установки**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Парогенераторы АЭС**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Аникеев А.В.
	Идентификатор	R64fa5fd7-AnikeevAV-ee466b65

(подпись)

А.В. Аникеев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Аникеев А.В.
	Идентификатор	R64fa5fd7-AnikeevAV-ee466b65

(подпись)

А.В.

Аникеев

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Аникеев А.В.
	Идентификатор	R64fa5fd7-AnikeevAV-ee466b65

(подпись)

А.В.

Аникеев

(расшифровка  
подписи)

## 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-3 Способен к участию в эксплуатации и проектировании основного оборудования атомных электростанций и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечения безопасной работы

ИД-2 Владеет навыками принятия и обоснования конкретных технических решений при конструировании оборудования АЭС

ИД-4 Демонстрирует понимание процессов, происходящих в оборудовании АЭС и их влияния на конструктивные особенности

2. ПК-4 Способен проводить расчеты характеристик процессов, протекающих в конкретных технических устройствах и аппаратах АЭС и других энергетических установок

ИД-1 Демонстрирует умение использования стандартных методик расчетов характеристик процессов протекающих в оборудовании АЭС

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Конструктивные особенности различных типов парогенераторов (Тестирование)

2. Методы получения чистого пара (Тестирование)

3. Микро- и макрораспределение примесей в парогенераторе (Контрольная работа)

4. Определение оптимальной скорости теплоносителя (Контрольная работа)

5. Основные конструкции ПГ (Тестирование)

6. Основные характеристики парогенератора (Тестирование)

7. Принципы естественной безопасности (Тестирование)

8. Расчет характеристик двухфазного потока (Контрольная работа)

9. Тепловой расчет парогенератора (Контрольная работа)

10.  $t, Q$ -диаграмма парогенератора (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %										
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10
	Срок КМ:	4	4	6	8	8	10	12	14	15	16
Место парогенератора в тепловой схеме АЭС. Основные характеристики парогенератора.											
Место парогенератора в тепловой схеме АЭС.	+										+

Основные характеристики парогенератора.										
Конструктивные схемы парогенераторов. Требования к парогенераторам.										
Конструктивные схемы парогенераторов. Требования к парогенераторам.								+		
Способы передачи тепла в парогенераторе. Виды теплоносителей.										
Способы передачи тепла в парогенераторе. Виды теплоносителей.				+						
Процессы, протекающие при производстве пара.										
Процессы, протекающие при производстве пара.									+	
Тепловые и гидродинамические условия работы поверхностей теплообмена.										
Тепловые и гидродинамические условия работы поверхностей теплообмена.				+		+				
Физико-химические процессы на поверхностях теплообмена. Конструкционные материалы парогенераторов.										
Физико-химические процессы на поверхностях теплообмена. Конструкционные материалы парогенераторов.								+		
Расчет и проектирование парогенератора.										
Расчет и проектирование парогенератора.							+			
Надежность работы парогенератора, вопросы экономики и эксплуатации парогенераторов.										
Надежность работы парогенератора, вопросы экономики и эксплуатации		+								

парогенераторов.										
Вес КМ:	5	5	15	5	15	15	15	5	5	15

\$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-3	ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Владеет навыками принятия и обоснования конкретных технических решений при конструировании оборудования АЭС	Знать: Основные характеристики ПГ АЭС	Основные характеристики парогенератора (Тестирование)
ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub> Демонстрирует понимание процессов, происходящих в оборудовании АЭС и их влияния на конструктивные особенности	Знать: Конструкционные материалы и расчет деталей парогенератора на прочность Методы получения чистого пара Принципы выбора конструктивной схемы Влияние процессов, протекающих в ПГ на надежность и экономичность основного оборудования АЭС	Принципы естественной безопасности (Тестирование) Основные конструкции ПГ (Тестирование) Конструктивные особенности различных типов парогенераторов (Тестирование) Методы получения чистого пара (Тестирование)
ПК-4	ИД-1 <sub>ПК-4</sub> Демонстрирует умение использования стандартных методик расчетов характеристик процессов протекающих в	Уметь: Проводить расчет стоимости ПГ и определение оптимальной скорости теплоносителя	t,Q-диаграмма парогенератора (Контрольная работа) Расчет характеристик двухфазного потока (Контрольная работа) Тепловой расчет парогенератора (Контрольная работа) Микро- и макрораспределение примесей в парогенераторе (Контрольная работа)

	оборудовании АЭС	Проводить расчеты материального баланса примесей рабочей среды Рассчитывать теплогидравлические характеристики ПГ Проводить расчеты баланса тепла ПГ	Определение оптимальной скорости теплоносителя (Контрольная работа)
--	------------------	--	---

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

### КМ-1. Основные характеристики парогенератора

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Основные характеристики ПГ АЭС	1.Классификация АЭС по типу ядерных реакторов. 2.Место парогенератора в тепловой схеме АЭС 3.ПГ как основной элемент АЭС 4.Требования к ПГ АЭС 5.Основные характеристики парогенераторов
---------------------------------------	--

**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*

### КМ-2. Принципы естественной безопасности

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Влияние процессов, протекающих в ПГ на надежность и экономичность основного оборудования АЭС	1.Теплоносители ядерной энергетики (вода, тяжелая вода, жидкие металлы, газовые теплоносители, органические теплоносители) 2.Типы парогенераторов. t,Q-диаграммы различных парогенераторов. Минимальные температурные
---	--



	напоры 3. Уравнения теплового и материального балансов парогенераторов
--	---

**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*

**КМ-3.  $t, Q$ -диаграмма парогенератора**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Краткое содержание задания:**

Решить задачу

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: Рассчитывать теплогидравлические характеристики ПГ</p>	<p>1. Построить <math>t, Q</math>-диаграмму парогенератора ПГВ-440 и определить минимальный температурный напор испарительной части и сравнить его с рекомендациями, если известно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- давление теплоносителя <math>p_1=12,26</math> МПа;</li> <li>- расход теплоносителя через ПГ <math>D_1=7100</math> м<sup>3</sup>/ч;</li> <li>- температура теплоносителя на входе в ПГ <math>t_{1вх}=297</math>°С;</li> <li>- температура теплоносителя на выходе в ПГ <math>t_{1всх}=270</math>°С;</li> <li>- давление генерируемого пара <math>p_0=4,61</math> МПа;</li> <li>- температура питательной воды <math>t_{ПВ}=223</math>°С;</li> <li>- удельный расход продувки <math>g_{Пр}=D_{Пр}/D_{П}=0,01</math>;</li> <li>- удельный унос влаги <math>\omega=D_{УН}/D_{П}=0,001</math>.</li> </ul>
--	---

**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*

#### **КМ-4. Основные конструкции ПГ**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 5**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Конструкционные материалы и расчет деталей парогенератора на прочность	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Конструкция горизонтальных парогенераторов (ПГВ-440, ПГВ-1000, ПГВ-1000МКП)</li><li>2.Конструкция прямоточных натриевых парогенераторов (ПГН-200М, Н-272)</li><li>3.Конструкция вертикальных парогенераторов для реакторов с водой под давлением (PWR) и тяжеловодных реакторов (CANDU).</li><li>4.Конструкция парогенераторов, обогреваемых жидкометаллическими теплоносителями (натрий, свинец, свинец-висмут).</li><li>5.Конструкция парогенераторов, обогреваемых газовыми теплоносителями (углекислый газ, гелий).</li></ol>
---	---

**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*

#### **КМ-5. Расчет характеристик двухфазного потока**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 15**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Краткое содержание задания:**

Решить задачу

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Рассчитывать теплогидравлические характеристики ПГ	1. Определить массовое паросодержание, объемное и истинное по заданным значениям тепловых потоков и характеристиках рабочей среды
---	---

**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

### **КМ-6. Тепловой расчет парогенератора**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Краткое содержание задания:**

Решить задачу

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Проводить расчеты баланса тепла ПГ	1. Определить расход теплоносителя через парогенератор ПГВ-1000 D1, если известно: - давление теплоносителя $p_1=16$ МПа; - температура теплоносителя на входе в ПГ $t_{1вх}=320^\circ\text{C}$ ; - температура теплоносителя на выходе в ПГ $t_{1вых}=289^\circ\text{C}$ ; - давление генерируемого пара $p_0=6,27$ МПа; - температура питательной воды $t_{ПВ}=220^\circ\text{C}$ ; - паропроизводительность ПГ $D_{П}=408$ кг/с; - удельный расход продувки $g_{Пр}=D_{Пр}/D_{П}=0,01$ ; - удельный унос влаги $\omega=D_{Ун}/D_{П}=0,002$ . Коэффициент, учитывающий тепловые потери в ПГ принять Принять массовое паросодержание (степень сухости пара)
---	--

**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*

**КМ-7. Микро- и макрораспределение примесей в парогенераторе**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Краткое содержание задания:**

Решить задачу

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Проводить расчеты материального баланса примесей рабочей среды	1.Макрораспределение примесей в парогенераторе
---	--

**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*

**КМ-8. Конструктивные особенности различных типов парогенераторов**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест

**Краткое содержание задания:**

ответить на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Принципы выбора конструктивной схемы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ухудшенный теплообмен</li> <li>2. Определение длин экономайзерного, испарительного и пароперегревательного участков при постоянном тепловом потоке</li> <li>3. Определение координат начала поверхностного и развитого поверхностного кипения</li> <li>4. Требования, предъявляемые к конструкциям парогенераторов АЭС</li> <li>5. Принципы выбора конструктивной схемы парогенератора</li> </ol>
---	---

**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***КМ-9. Методы получения чистого пара****Формы реализации:** Письменная работа**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Методы получения чистого пара	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Примеси питательной воды и их влияние на работу оборудования АЭС</li> <li>2. Требования к чистоте пара</li> <li>3. Уравнения материального баланса по примесям</li> <li>4. Методы повышения чистоты пара в парогенераторах</li> <li>5. Ступенчатое испарение, сепарация капельной влаги</li> </ol>
--------------------------------------	--

**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

### **КМ-10. Определение оптимальной скорости теплоносителя**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Краткое содержание задания:**

Решить задачу

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Проводить расчет стоимости ПГ и определение оптимальной скорости теплоносителя	1.Технико-экономическое обоснование конструкции парогенераторов
---	---

**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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

## Пример билета

Теоретические вопросы

1. Особенности теплообмена при кипении.
2. Расчет гидравлических сопротивлений. Перепады давлений в двухфазных потоках.

Практическое задание

Парогенератор ПГВ-1000 производит сухой насыщенный пар с давлением  $p_0=6,3$  МПа. Паропроизводительность парогенератора  $D_0=400$  кг/с. Температура питательной воды  $t_{пв}=219^\circ\text{C}$ . Удельный расход продувки принять  $g_{пр}=D_{пр}/D_0=0,01$ , удельный унос влаги  $\omega=D_{ун}/D_0=0,002$ . Рассчитать тепловые мощности экономайзера ( $Q_{эк}$ ) и испарителя ( $Q_{исп}$ ), построить  $t, Q$ -диаграмму (минимальный температурный напор испарителя  $\Delta t_i$  принять согласно рекомендациям). Необходимые термодинамические параметры представлены в таблице.

$t_{s0}=t_s(p_0)$	$h'_0=h'(p_0)$	$h_{пв}=h(p_0, t_{пв})$	$r_0=r(p_0)$
$278,8^\circ\text{C}$	$1230,3$ кДж/кг	$940,2$ кДж/кг	$1550,8$ кДж/кг

## Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на выполнение экзаменационного задания/подготовку ответа – 60 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-3</sub> Владеет навыками принятия и обоснования конкретных технических решений при конструировании оборудования АЭС

### Вопросы, задания

1. Перепад давления при движении двухфазной среды (гомогенная модель).
2. Основные тепло-гидравлические характеристики ПГ
3. Основные зоны теплообмена в прямоточном парогенерирующем канале

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое принцип естественной безопасности?

Ответы:

Письменный или устный ответ

Верный ответ: Принцип естественной безопасности состоит в отказе от опасных технических решений и в достижении безопасности за счет вполне надежных физических и химических закономерностей, присущих топливу, теплоносителю и др. компонентам реакторной установки.

2. Процесс теплоотдачи это?

Ответы:

Письменный или устный ответ

Верный ответ: Это конвективный теплообмен между поверхностью твердого тела и омывающей его жидкостью.

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-4ПК-3 Демонстрирует понимание процессов, происходящих в оборудовании АЭС и их влияния на конструктивные особенности

### **Вопросы, задания**

- 1.Сепарация пара в ПГ
- 2.Баланс примесей ПГ по 2 контуру
- 3.Концепция ступенчатого испарения
- 4.Макрораспределение примесей по объему ПГ
- 5.Микрораспределение примесей по объему ПГ

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

- 1.Условия кипения жидкости

Ответы:

Письменный или устный ответ

Верный ответ: Наличие центров парообразования и перегрев жидкости относительно  $T_s$  – необходимые условия кипения жидкости.

- 2.Процесс теплопередачи это?

Ответы:

Письменный или устный ответ

Верный ответ: Передача тепла из одной подвижной среды (жидкости или газа) к другой через разделяющую их однородную или многослойную твердую стенку любой формы

- 3.Явление прятанья и выброса примесей

Ответы:

Письменный или устный ответ

Верный ответ: На расстоянии порядка 100 мкм от теплообменных труб в зависимости от коэффициента диффузии, растворимости в паре и др. при повышении тепловой мощности и работе РУ на номинальном уровне мощности происходит концентрирование примесей до значений, превышающих их содержание в объеме ПГ на несколько порядков

- 4.Механический унос примесей с насыщенным паром

Ответы:

Письменный или устный ответ

Верный ответ: Механический унос примесей происходит вместе с выносом влаги. Вещества, находящиеся в воде в виде шлама, из водяного объема ПГ не выносятся. Механический унос примесей – достаточно сложный физико-химический процесс, который определяется условиями сепарации влаги, гидродинамикой в объеме ПГ, размером капелек влаги и т.п.

- 5.Что такое «конструкторский расчет»?

Ответы:

Письменный или устный ответ

Верный ответ: Конструкторский расчет – это расчет тепловой схемы новой установки либо нового ее варианта, еще не выпускаемого промышленностью. Целью конструкторского расчета является определение расходов и термодинамических параметров теплоносителей или передаваемой мощности на входе и выходе элементов схемы, а также технико-экономических показателей, характеризующих совершенство схемы, в первую очередь, технологическое.



**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-4</sub> Демонстрирует умение использования стандартных методик расчетов характеристик процессов протекающих в оборудовании АЭС

#### **Вопросы, задания**

1. Найдите средний коэффициент теплоотдачи при поперечном обтекании газовым теплоносителем (He) пучка труб экономайзера парогенератора. Экономайзер собран из змеевиков с шахматным расположением труб 32x6, причем  $S_1=76,8$  мм,  $S_2=57,6$  мм, а число рядов равно 40. Скорость теплоносителя в узком сечении  $v_{уз}=2$  м/с. Температура гелия на входе в пучок труб  $1000^\circ\text{C}$ , а на выходе из него  $860^\circ\text{C}$ . Давление гелия 7 МПа.
2. Определить средний КТО при продольном обтекании пучка труб экономайзера ПГ БРЕСТ-ОД-300. Трубный пучок экономайзера состоит из труб диаметров 18x3 мм, расположенных в треугольной решетке с шагом 25 мм. Скорость свинца 2 м/с, температура свинца на входе в экономайзер 703,1 К, на выходе – 693,1 К.

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

1. Что такое «поверочный расчет»?

Ответы:

Письменный или устный ответ

Верный ответ: Поверочный расчет – это уже расчет спроектированной или эксплуатирующейся установки, для которой известны все конструктивные и технологические характеристики элементов оборудования. Управляемые параметры здесь отсутствуют.

2. Какие расчеты вы еще знаете?

Ответы:

Письменный или устный ответ

Верный ответ: Оптимизационные и вариантные. Проектные.

#### **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. на вопросы углубленного уровня

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

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»