

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

**Направление подготовки/специальность: 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы**

**Наименование образовательной программы: Моделирование процессов в ядерных реакторах**

**Уровень образования: высшее образование - специалитет**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Водоподготовка на АЭС**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Верховский А.Е.
	Идентификатор	R96487a0a-VerkhovskyAY-2edec1f

А.Е.  
Верховский

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

## 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 выполнять расчет оборудования ядерных энергетических установок, использовать специализированное программное обеспечение

ИД-4 Демонстрирует понимание основных процессов, технологий и видов водоподготовки, применяемой на АЭС

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Обработка воды методом ионного обмена. Мембранные методы очистки воды. (Контрольная работа)
2. Предварительная очистка воды (Контрольная работа)
3. Спецводоочистка на АЭС (Контрольная работа)
4. Технологические показатели качества воды (Контрольная работа)
5. Удаление из воды растворимых газов. (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	10	12	14
Введение. Использование воды на АЭС						
Использование воды на АЭС		+				
Технологические показатели качества воды						
Технологические показатели качества воды		+				
Типы и характеристики природных вод						
Типы и характеристики природных вод			+			
Предварительная очистка воды						
Предварительная очистка воды			+			
Обработка воды методом ионного обмена						

Обработка воды методом ионного обмена			+		
Мембранные методы очистки воды					
Мембранные методы очистки воды			+		
Удаление из воды растворимых газов					
Удаление из воды растворимых газов				+	
Спецводоочистка на АЭС					
Спецводоочистка на АЭС					+
Вес КМ:	15	20	40	10	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-2	ИД-4ПК-2 Демонстрирует понимание основных процессов, технологий и видов водоподготовки, применяемой на АЭС	Знать: основные физико-химические процессы при подготовке добавочной воды на АЭС основные показатели, характеризующие качество воды и их изменение по ступеням обработки на установке подготовки добавочной воды типовые схемы систем водоподготовки, их особенности, достоинства и недостатки основные процессы, технологии и виды оборудования, применяемые в водоподготовке, их области применения и назначение основные определения и закономерности, относящиеся к	Технологические показатели качества воды (Контрольная работа) Предварительная очистка воды (Контрольная работа) Обработка воды методом ионного обмена. Мембранные методы очистки воды. (Контрольная работа) Удаление из воды растворимых газов. (Контрольная работа) Спецводоочистка на АЭС (Контрольная работа)

		ВОДОПОДГОТОВКЕ	
--	--	----------------	--

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

### КМ-1. Технологические показатели качества воды

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты приходят в аудиторию.Получает билет с контрольными вопросами.В течении 45 минут студенты обязаны отвечают на полученные вопросы.По факту ответа на контрольные вопросы студенты сдают билеты преподавателю на проверку

#### Краткое содержание задания:

В 5 литрах обессоленной воды растворено 1.6 г  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , определить объемную, молярную, процентную концентрацию этого вещества. Определить нормальную концентрацию  $\text{SO}_4^{2-}$ .

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные определения и закономерности, относящиеся к водоподготовке	1.Перечислить основные показатели качества воды 2.Поступление примесей в природную воду
--	--

#### 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 "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

### КМ-2. Предварительная очистка воды

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты приходят в аудиторию.Получает билет с контрольными вопросами.В течении 45 минут студенты обязаны отвечают на полученные вопросы.По факту ответа на контрольные вопросы студенты сдают билеты преподавателю на проверку

**Краткое содержание задания:**

Общая жесткость раствора объемом 6 литров равна 12 мг-экв/дм<sup>3</sup>, некарбонатная жесткость этого раствора равна 4 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Концентрация магния в растворе составляет 10 мг/дм<sup>3</sup>. Определить, жесткость кальциевую, жесткость магниевую, жесткость карбонатную, концентрацию кальция и карбонатов в этом растворе.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные показатели, характеризующие качество воды и их изменение по ступеням обработки на установке подготовки добавочной воды	1. Очистка воды методом коагуляции 2. Очистка воды методом известкования
--	---

**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-3. Обработка воды методом ионного обмена. Мембранные методы очистки воды.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты приходят в аудиторию. Получает билет с контрольными вопросами. В течении 45 минут студенты обязаны отвечают на полученные вопросы. По факту ответа на контрольные вопросы студенты сдают билеты преподавателю на проверку

**Краткое содержание задания:**

В 15 литрах обессоленной воды растворено 5 г NaOH, определить объемную, молярную, процентную и нормальную концентрации этого вещества.

В 20 литрах обессоленной воды растворено 1.5 г (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, определить объемную, молярную, процентную концентрацию этого вещества. Определить нормальную концентрацию SO<sub>4</sub>.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные процессы,	1. Сущность ионного обмена
---------------------------	----------------------------



технологии и виды оборудования, применяемые в водоподготовке, их области применения и назначение	2.Мембранные методы очистки воды
--	----------------------------------

**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-4. Удаление из воды растворимых газов.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты приходят в аудиторию.Получает билет с контрольными вопросами.В течении 45 минут студенты обязаны отвечают на полученные вопросы.По факту ответа на контрольные вопросы студенты сдают билеты преподавателю на проверку

**Краткое содержание задания:**

Студенты приходят в аудиторию.Получает билет с контрольными вопросами.В течении 45 минут студенты обязаны отвечают на полученные вопросы.По факту ответа на контрольные вопросы студенты сдают билеты преподавателю на проверку

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные физико-химические процессы при подготовке добавочной воды на АЭС	1.Удаление из воды растворимых газов
--	--------------------------------------

**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-5. Спецводоочистка на АЭС**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты приходят в аудиторию.Получает билет с контрольными вопросами.В течении 45 минут студенты обязаны отвечают на полученные вопросы.По факту ответа на контрольные вопросы студенты сдают билеты преподавателю на проверку

#### **Краткое содержание задания:**

Концентрация взвешенных веществ более 100мг/л, окисляемость более 15 мг/л Жк менее 2 мг-экв/л концентрация железа 0,15 мг/л. Составить и описать схему ВПУ для подпитки блока АЭС с РБМК - 1000.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: типовые схемы систем водоподготовки, их особенности, достоинства и недостатки	1.Спецводоочистка на АЭС
--	--------------------------

#### **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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Концентрация взвешенных веществ более 100 мг/л, окисляемость более 15 мг/л Жк менее 2 мг-экв/л концентрация железа 0,15 мг/л. Составить и описать схему ВПУ для подпитки блока АЭС с РБМК - 1000.
2. Определение процесса коагуляции.
3. Схемы водоподготовительных установок, реализуемые на АЭС.

### Процедура проведения

Зачет проводится по билетам установленного образца, которые для каждой сессии утверждаются заведующим кафедрой с указанием даты утверждения и заверяются лектором потока. В Билете предусмотрены теоретическая и практическая части. Оценка за зачет, проводимый в устной форме, выставляется преподавателем сначала на листе, содержащем ответ обучающегося, в соответствии с меритериями, установленными оценочным средством по данной дисциплине. Затем положительная оценка вносится в ведомость и зачетную книжку. При неудовлетворительном ответе обучающегося неудовлетворительная оценка выставляется сначала на листе, содержащем ответ обучающегося, с письменным обоснованием выставленной оценки, затем оценка вносится в ведомость. В зачетную книжку неудовлетворительная оценка не вносится.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>ПК-2</sub> Демонстрирует понимание основных процессов, технологий и видов водоподготовки, применяемой на АЭС

### Вопросы, задания

1. Концентрация взвешенных веществ менее 100 мг/л, окисляемость менее 15 мг/л концентрация железа 5 мг/л. Составить и описать схему ВПУ для подпитки первого контура АЭС с ВВЭР-440.
2. Концентрация взвешенных веществ менее 100 мг/л, окисляемость менее 15 мг/л концентрация железа 5 мг/л. Составить и описать схему ВПУ для подпитки второго контура АЭС с ВВЭР - 1000 .
3. Концентрация взвешенных веществ более 100 мг/л, окисляемость более 15 мг/л Жк менее 2 мг-экв/л концентрация железа 0,15 мг/л. Составить и описать схему ВПУ для подпитки блока АЭС с РБМК - 1000.
4. Концентрация взвешенных веществ более 100 мг/л, окисляемость более 15 мг/л Жк менее 2 мг-экв/л концентрация железа 0,15 мг/л. Составить и описать схему ВПУ для подпитки второго контура АЭС с ВВЭР - 400.
5. Концентрация взвешенных веществ более 100 мг/л, окисляемость более 15 мг/л Жк более 2 мг-экв/л концентрация железа 0,15 мг/л. Составить и описать схему ВПУ для подпитки АЭС с РБМК-1000 МПа
6. Концентрация взвешенных веществ более 100 мг/л, окисляемость более 15 мг/л Жк менее 2 мг-экв/л концентрация железа 15 мг/л. Составить и описать схему ВПУ для АЭС с ВВЭР-1000

7. Концентрация взвешенных веществ более 100 мг/л, окисляемость более 15 мг/л Жк более 2 мг-экв/л концентрация железа 15 мг/л. Составить и описать схему ВПУ для подпитки АЭС с РБМК - 1000.

8. Концентрация взвешенных веществ более 100 мг/л, окисляемость более 15 мг/л Жк менее 2 мг-экв/л концентрация железа 1,5 мг/л. Составить и описать схему ВПУ для блока с РБМК 1000.

9. Концентрация взвешенных веществ более 100 мг/л, окисляемость более 15 мг/л, Жк более 2 мг-экв/л, концентрация железа 1,5 мг/л. Составить и описать схему ВПУ для подпитки превого контура АЭС с ВВЭР - 1000.

10. Концентрация взвешенных веществ более 100 мг/л, окисляемость более 15 мг/л Жк более 2 мг-экв/л концентрация железа 15 мг/л. Составить и описать схему ВПУ для второго контура АЭС с ВВЭР - 1000.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Коагуляция - это:

Ответы:

- а) физико-химический процесс укрупнения взвешенных и грубодисперсных частиц под действием сил взаимного притяжения.
- б) физико-химический процесс.
- в) процесс осаждения частиц.

Верный ответ: а

2. Процесс осаждения это

Ответы:

- а) процесс очистки воды
- б) процесс очистки воды от грубодисперсных и взвешенных частиц под действием сил тяжести.
- в) процесс очистки воды от грубодисперсных и взвешенных частиц

Верный ответ: б

3. Определение процесса ионной очистки воды.

Ответы:

- а) процесс удаления из воды растворенных ионов.
- б) процесс очистки воды.
- в) процесс удаления из воды растворенных ионов при помощи ионообменных материалов.

Верный ответ: в

4. Формы выпуска катионитов

Ответы:

- а) Катиониты существуют в Н-форме, Na –форме и NH<sub>4</sub> – форме.
- б) Катиониты существуют в Н-форме, Na –форме и NH<sub>4</sub> – форме. Катиониты подразделяются на сильнокислые и слабокислые.
- в) Катиониты подразделяются на сильнокислые и слабокислые.

Верный ответ: б

5. Типы анионитов.

Ответы:

- а) Катиониты выпускаются только в ОН – форме.
- б) Катиониты подразделяются на высокоосновные, которые удаляют из воды анионы слабых и сильных кислот и низко основный, который удаляет из воды только анионы сильных кислот.

с) Катиониты выпускаются только в ОН – форме. Катиониты подразделяются на высокоосновные, которые удаляют из воды анионы слабых и сильных кислот и низкоосновный, который удаляет из воды только анионы сильных кислот.

Верный ответ: с

6.Определение процесса декарбонизации

Ответы:

- а) процесс удаления из воды углекислоты.
- б) процесс удаления из воды кислорода.
- с) процесс удаления из воды неконденсирующихся газов.

Верный ответ: а

7.Принцип работы фильтра смешанного действия (ФСД)

Ответы:

- а) процесс удаления из воды углекислоты.
- б) процесс удаления из воды кислорода.
- с) процесс удаления из воды неконденсирующихся газов.

Верный ответ: б

8.Определение процесса регенерации ионообменных смол

Ответы:

- а) процесс отмывки ионообменных материалов.
- б) процесс перегрузки ионообменных материалов.
- с) процесс восстановления обменной емкости ионообменных материалов

Верный ответ: с

9.Предназначение СВО – 1

Ответы:

- а) СВО – 1 предназначена для удаления из первого контура АЭС с ВВЭР продуктов коррозии конструкционных материалов и взвешенных частиц.
- б) СВО – 1 предназначена для охлаждения теплоносителя первого контура АЭС с ВВЭР.
- с) СВО – 1 предназначена для удаления из первого контура АЭС с ВВЭР растворенных примесей.

Верный ответ: а

10.Предназначение СВО – 2

Ответы:

- а) СВО – 2 предназначена для удаления из теплоносителя первого контура продуктов коррозии конструкционных материалов и взвешенных частиц.
- б) СВО – 2 предназначена для удаления из теплоносителя первого контура растворимых примесей.
- в) СВО – 2 предназначена для охлаждения теплоносителя первого контура АЭС с ВВЭР.

Верный ответ: б

## **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

*Оценка:* 2

*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»