

**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: Технология воды и топлива на ТЭС и АЭС**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Физико-химические процессы в энергетике**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                                |
|--|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец                                           | Морыганова Ю.А.                |
|  | Идентификатор                                      | R65b2163a-MoryganovaYA-ce24f6a |

Ю.А.  
Морыганова

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

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

Ю.В.  
Шацких

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-3 Способен участвовать в организации химического контроля качества воды и поддержании требуемого химического режима на объектах энергетики

ИД-2 Владеет современными методами проведения химического анализа, методиками расчета расходов материалов и реагентов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Органические соединения в теплоэнергетике. Теоретические основы предочистки. (Контрольная работа)
2. Теоретические основы физико-химических методов очистки воды (Контрольная работа)
3. Физико-химические процессы основных титриметрических методик количественного анализа показателей качества теплоносителя (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Расчеты в аналитических реакциях (Контрольная работа)
2. Расчеты при определении макрокомпонентов (Контрольная работа)
3. Теоретические основы методов химического анализа (Контрольная работа)
4. Физико-химические методы анализа (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Коллоквиум)

## БРС дисциплины

7 семестр

| Раздел дисциплины                                | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|--------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                  | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                                                  | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 14   |
| Теоретические основы методов химического анализа |                                 |      |      |      |      |
| Теоретические основы методов химического анализа | +                               |      |      |      |      |
| Аналитические реакции                            |                                 |      |      |      |      |
| Аналитические реакции                            |                                 |      | +    |      |      |

|                                                     |    |    |    |    |
|-----------------------------------------------------|----|----|----|----|
| Методы количественного определения макрокомпонентов |    |    |    |    |
| Методы количественного определения макрокомпонентов |    |    | +  |    |
| Физико-химические методы анализа                    |    |    |    |    |
| Физико-химические методы анализа                    |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                             | 25 | 25 | 25 | 25 |

8 семестр

| Раздел дисциплины                                                                 | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                                                   | Индекс КМ:                      | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 |
|                                                                                   | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 14   |
| Показатели качества воды и методы их определения                                  |                                 |      |      |      |      |
| Показатели качества воды и методы их определения                                  | +                               |      |      |      |      |
| Органические соединения в теплоэнергетике                                         |                                 |      |      |      |      |
| Органические соединения в теплоэнергетике                                         |                                 |      | +    |      |      |
| Теоретические основы предварительной очистки воды методами коагуляции и осаждения |                                 |      |      |      |      |
| Теоретические основы предварительной очистки воды методами коагуляции и осаждения |                                 |      | +    |      | +    |
| Теоретические основы физико-химических методов очистки воды                       |                                 |      |      |      |      |
| Теоретические основы физико-химических методов очистки воды                       |                                 |      |      | +    |      |
| Вес КМ:                                                                           |                                 | 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 | КМ-3 | КМ-4 |
|                                                                                                                                                                                                            | Срок КМ:                        | 4    | 6    | 12   | 14   |
| Проверка анализа исходной воды. Выбор схемы обработки воды в зависимости от типа паровых котлов, параметра пара и качества исходной воды. Выбор схемы предочистки в зависимости от качества исходной воды. | +                               |      |      |      |      |
| Расчет производительности водоподготовительных установок. Качество воды после предварительной очистки. Расчет осветлительных фильтров.                                                                     |                                 |      | +    |      |      |
| Технологический расчет ионитных фильтров и фильтров смешанного действия.                                                                                                                                   |                                 |      |      | +    |      |
| Расчет осветлителей и декарбонизатора. Выбор оборудования. Разработка принципиальной схемы технологической схемы подготовки добавочной воды.                                                               |                                 |      |      |      | +    |
| Вес КМ:                                                                                                                                                                                                    |                                 | 5    | 20   | 40   | 35   |

## 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-2ПК-3 Владеет современными методами проведения химического анализа, методиками расчета расходов материалов и реагентов | Знать:<br>взаимосвязь между составом и свойствами водных растворов<br>инструментальные методы химического анализа<br>основные показатели качества теплоносителя и способы их определения<br>химические и физико-химические процессы при подготовке добавочной воды на ТЭС<br>методики технологического расчета в процессах водоподготовки<br>Уметь:<br>оценивать показатели качества воды и результаты химических процессов<br>проводить технические расчеты параметров теплоносителя; | Теоретические основы методов химического анализа (Контрольная работа)<br>Расчеты в аналитических реакциях (Контрольная работа)<br>Расчеты при определении макрокомпонентов (Контрольная работа)<br>Физико-химические методы анализа (Контрольная работа)<br>Физико-химические процессы основных титриметрических методик количественного анализа показателей качества теплоносителя (Контрольная работа)<br>Органические соединения в теплоэнергетике. Теоретические основы предочистки. (Контрольная работа)<br>Теоретические основы физико-химических методов очистки воды (Контрольная работа)<br>Защита лабораторных работ (Коллоквиум) |

|  |  |                                                                                                                                                                                 |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>проводить химический анализ по указанной методике</p> <p>принимать технологические решения при проектировании и эксплуатации установок подготовки добавочной воды на ТЭС</p> |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

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

7 семестр

### КМ-1. Теоретические основы методов химического анализа

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает билеты с вопросами и задачами. Студент пишет ответы на вопросы и решает задачи в течение одного часа. Далее сдает письменную работу на проверку преподавателю. В оценку за контрольное мероприятие входит защита лабораторной работы 1

#### Краткое содержание задания:

1. Смешали 50мл 0,1М раствора NaOH и 100мл 0,5М раствора NaOH . Какова молярная, нормальная и процентная концентрации нового раствора, если плотность полученного раствора  $\rho = 1,02$  г/мл?
2. Напишите формулы следующих соединений  
Формиат меди  
гидроксид бария.
3. При выпаривании 400 мл 12 % раствора KNO<sub>3</sub> (плотность раствора 1,076 г/мл) получили 2М раствор нитрата калия. Определить объём полученного раствора, его нормальную концентрацию.
4. Перечислите этапы химического анализа.
5. Для получения 500 мл 0,02 н раствора серной кислоты, лаборант отобрал цилиндром 0,6 мл 76 % раствора серной кислоты с плотностью 1,68 г/см<sup>3</sup>, перенес в мерную колбу на 500 мл, довел до метки обессоленной водой. Получит ли лаборант раствор необходимой концентрации?

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: взаимосвязь между составом и свойствами водных растворов | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Смешали 50мл 0,1М раствора NaOH и 100мл 0,5М раствора NaOH . Какова молярная, нормальная и процентная концентрации нового раствора, если плотность полученного раствора <math>\rho = 1,02</math> г/мл?</li><li>2. Напишите формулы следующих соединений<br/>Формиат меди<br/>гидроксид бария.</li><li>3. При выпаривании 400 мл 12 % раствора KNO<sub>3</sub> (плотность раствора 1,076 г/мл) получили 2М раствор нитрата калия. Определить объём полученного раствора, его нормальную концентрацию.</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

Оценка: 2

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

## КМ-2. Расчеты в аналитических реакциях

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает билеты с вопросами и задачами. Студент пишет ответы на вопросы и решает задачи в течение одного часа. Далее сдает письменную работу на проверку преподавателю. В оценку за контрольное мероприятие учитывается защита лабораторных работ 2 и 3.

### Краткое содержание задания:

1. Рассчитайте pH 0,01M  $\text{KNO}_2$  ( $K_a = 5,1 \cdot 10^{-4}$ ) раствора.
2. Оцените концентрацию водного раствора аммиака, если pH раствора 10,0. ( $K_b = 1,79 \cdot 10^{-5}$ ).
3. Рассчитать молярную концентрацию  $\text{HCl}$ , если на титровании 0,4468 г  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (буры) затрачено 18,38 мл этого раствора.
4. Рассчитайте pH раствора 250 мл которого содержат 2 г  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и 2 г  $\text{KCl}$ . ( $K_a = 1,74 \cdot 10^{-5}$ ).
5. В мерной колбе вместимостью 100 мл приготовили раствор из навески 0,2353 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Для титрования аликвотных порций этого раствора, отбираемых пипеткой вместимостью 20 мл, использовали раствор  $\text{HCl}$  и индикатор метиловый оранжевый. При этом получили следующие значения объемов раствора ( $\text{HCl}$ ) мл: 4,340; 4,335; 4,345; 4,365; 4,330. Вычислить значение молярной концентрации раствора  $\text{HCl}$ .  $K_{a1} = 4,45 \cdot 10^{-7}$ ,  $K_{a2} = 4,69 \cdot 10^{-11}$ .
6. 129,57 г фосфорной кислоты растворили в 20,43 мл воды. Плотность получившегося раствора равна 1,7 г/мл. Определите pH раствора.  $K_{a1} = 7,52 \cdot 10^{-3}$ ,  $K_{a2} = 6,31 \cdot 10^{-8}$ ,  $K_{a3} = 1,26 \cdot 10^{-12}$ .

### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: оценивать показатели качества воды и результаты химических процессов | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Рассчитать молярную концентрацию <math>\text{HCl}</math>, если на титровании 0,4468 г <math>\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}</math> (буры) затрачено 18,38 мл этого раствора.</li><li>2. В мерной колбе вместимостью 100 мл приготовили раствор из навески 0,2353 г <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math>. Для титрования аликвотных порций этого раствора, отбираемых пипеткой вместимостью 20 мл, использовали раствор <math>\text{HCl}</math> и индикатор метиловый оранжевый. При этом получили следующие значения объемов раствора (<math>\text{HCl}</math>) мл: 4,340; 4,335; 4,345; 4,365; 4,330. Вычислить значение молярной концентрации</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

Оценка: 2

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

#### КМ-3. Расчеты при определении макрокомпонентов

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает билеты с вопросами и задачами. Студент пишет ответы на вопросы и решает задачи в течение одного часа. Далее сдает письменную работу на проверку преподавателю. Защита лабораторных работ .

#### Краткое содержание задания:

1. Рассчитайте массу ацетата натрия, которую нужно растворить в 1 дм<sup>3</sup> уксусной кислоты концентрации 0,01 моль/дм<sup>3</sup>, чтобы получить буферный раствор с pH = 5?
2. Какая система должна быть применена для получения буферного раствора с pH = 9, если в распоряжении имеются H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> и Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>; NH<sub>3</sub> · H<sub>2</sub>O и NH<sub>4</sub>Cl; H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> и NaOH в эквивалентных содержаниях?
3. Произведение растворимости иодида свинца при 20°C равно  $8 \cdot 10^{-9}$ . Вычислить растворимость соли в г/л при указанной температуре.
4. Растворимость карбоната серебра в воде при 25 °C равна  $1,16 \cdot 10^{-4}$  моль/л. Вычислить произведение растворимости его при этой температуре.
5. Имеется 400 г насыщенного при 60 °C раствора нитрата калия. Какая масса (г) KNO<sub>3</sub> выкристаллизуется из раствора при охлаждении до 35 °C, если коэффициент растворимости нитрата калия при 60 °C равен 110 г/100 г воды, а при 35 °C – 57 г/100 г воды?
6. Что такое «солевой эффект»?
7. Увеличивается или уменьшается растворимость малорастворимого сильного электролита в присутствии избытка одного из одноименных ионов. Как повлияет на массу осадка введение избытка одноименных ионов?

#### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: проводить химический анализ по указанной методике

1. Увеличивается или уменьшается растворимость малорастворимого сильного электролита в

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>присутствии избытка одного из одноименных ионов. Как повлияет на массу осадка введение избытка одноименных ионов?</p> <p>2.Какая система должна быть применена для получения буферного раствора с <math>pH = 9</math>, если в распоряжении имеются <math>H_3PO_4</math> и <math>Na_2HPO_4</math>; <math>NH_3 \cdot H_2O</math> и <math>NH_4Cl</math>; <math>H_3PO_4</math> и <math>NaOH</math> в эквивалентных содержаниях?</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 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. Физико-химические методы анализа

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает билеты с вопросами и задачами. Студент пишет ответы на вопросы и решает задачи в течении часа. Далее преподаватель проверяет выполненные работы. Защита лабораторных работ.

#### Краткое содержание задания:

- 1.Перечислите физико-химические методы анализа.
- 2.Какие показатели качества природной воды определяют с помощью физико-химических методов анализа?
- 3.Опишите строение электрода относительно которого определяют стандартные потенциалы. Почему используют этот электрод?
- 4.Почему на диаграмме Пурбе практически всегда представлены 2 линии? Что это за линии?
- 5.Строение стеклянного электрода.
- 6.Как производят выбор кюветы и длины волны в фотометрическом методе?

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                    |                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: инструментальные методы химического анализа | <p>1.Перечислите физико-химические методы анализа</p> <p>2.Опишите строение электрода относительно которого определяют стандартные потенциалы. Почему используют этот электрод?</p> |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**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. Физико-химические процессы основных титриметрических методик количественного анализа показателей качества теплоносителя****Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает билеты с вопросами и задачами. Студент пишет ответы на вопросы и решает задачи в течение одного часа. Далее сдает письменную работу на проверку преподавателю.**Краткое содержание задания:**

- 1.Классификация примесей воды по степени дисперсности. В чем различие этих примесей?
2. Какое значение рН и почему необходимо поддерживать при определении жесткости воды?
3. Какие индикаторы применяют при определении кислотности и почему?
4. При определении окисляемости как часто устанавливают концентрацию титранта и почему?
5. Почему иногда получаются разные значения перманганатной и бихроматной окисляемостей?
- 6.При определении общей жесткости воды лаборант в мерную колбу цилиндром отобрала 100 см<sup>3</sup> анализируемой воды, добавила 5 см<sup>3</sup> аммиачного буферного раствора и 5 см<sup>3</sup> раствора сульфида натрия. Далее в пробу прибавила 5 капель раствора индикатора мурексида перемешала и медленно титровала раствором трилона Б до перехода окраски из красно-фиолетовой в голубую. Правильно ли выполнила анализ лаборант? Ответ обоснуйте.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                     |                                                                                      |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: основные показатели качества теплоносителя и | 1.Классификация примесей воды по степени дисперсности. В чем различие этих примесей? |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|

|                        |                                                                                      |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| способы их определения | 2.Какое значение рН и почему необходимо поддерживать при определении жесткости 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-6. Органические соединения в теплоэнергетике. Теоретические основы предочистки.**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

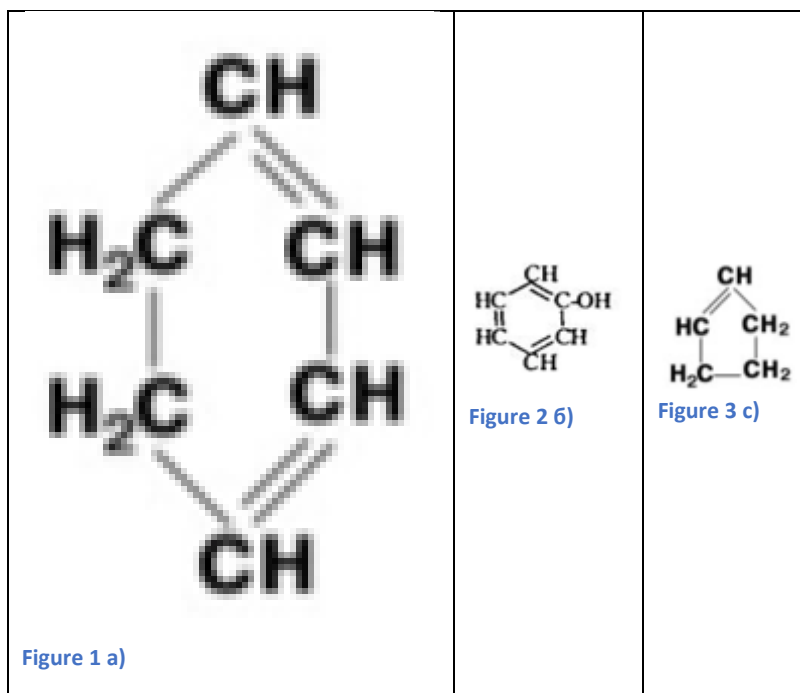
**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает билеты с вопросами и задачами. Студент пишет ответы на вопросы и решает задачи в течение одного часа. Далее сдает письменную работу на проверку преподавателю.

#### **Краткое содержание задания:**

1. Почему в качестве коагулянтов используют соединения в состав которых входит метал с зарядом +3?
2. На какую величину будет снижаться щелочность коагулируемой воды при обработке ее коагулянтом с дозой 55,5 мг/л. Коагулянт - кристаллогидрата сульфата алюминия, в состав которого входит 18 моль воды.
3. Напишите правильное ли следующее заключение:  
Вместо сульфата алюминия в качестве коагулянта возможно применять полиакриламид. Ответ обоснуйте.
4. Повышение рН процесса коагуляции способствует увеличению относительного содержания гуминовых кислот и органических соединений, которые можно убрать коагуляцией. Правильно ли это утверждение. Ответ обоснуйте.
5. Для чего в ряде случаев обработки воды коагуляцией с известкованием добавляют в воду гидроксид магния?
6. Выберите алициклические соединения



7. При каких условиях необходимо поддерживать гидратный режим известкования.
8. Что способствует растворению органических соединений (в частности, кислот и аминов в природной воде)?

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: химические и физико-химические процессы при подготовке добавочной воды на ТЭС | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Почему в качестве коагулянтов используют соединения в состав которых входит металл с зарядом +3?</li> <li>2. Выберите алициклические соединения</li> <li>3. Что способствует растворению органических соединений (в частности, кислот и аминов в природной воде)?</li> </ol> |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания:

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-7. Теоретические основы физико-химических методов очистки воды**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает билеты с вопросами и задачами. Студент пишет ответы на вопросы и решает задачи в течение одного часа. Далее сдает письменную работу на проверку преподавателю.

**Краткое содержание задания:**

1. В чем принципиальное отличие Н-катионитного фильтра от Na-катионитного фильтра? Можно ли использовать один и тот же катионит в том и другом фильтре? Ответ обоснуйте.
2. Химический анализ осветленной воды, поступающей на Н-катионитный фильтр, дал следующие результаты: концентрация ионов кальция 40 мг/дм<sup>3</sup>, магния 12 мг/дм<sup>3</sup>, натрия 4,6 мг/дм<sup>3</sup>. При этом наблюдалось два случая:  
 1 –  $\text{Що} = 2,5 \text{ мг-экв/дм}^3$ ,  $\text{СCl}^- + \text{CSO}_4^{2-} = 0,7 \text{ мг-экв/дм}^3$ ;  
 2 –  $\text{Що} = 0,7 \text{ мг-экв/дм}^3$ ,  $\text{СCl}^- + \text{CSO}_4^{2-} = 2,5 \text{ мг-экв/дм}^3$  .  
 Какой катион будет проскакивать в фильтрат Н-фильтра первой ступени? В каком из двух случаев концентрация его будет больше?
3. Возможно и глубокая сорбция кремниевой кислоты сильноосновным анионитом в фильтрате АП, если в схеме убрать декарбонизатор? Ответ обоснуйте.
4. После прямоточной регенерации Н-фильтры пустили в работу. Получат ли фильтрат с необходимыми показателями в соответствии с режимными картами? Ответ обоснуйте.
5. Ручной и автоматический химический контроль показал, что кислотность в фильтрате снизилась на 0,25 мг-экв/дм<sup>3</sup>, а рН и удельная электропроводность в фильтрате АП увеличилась соответственно до 9,0 единиц каждый. Что это означает? И что нужно сделать?
6. Какой анионит в процессе обессоливания следует загрузить в ОН-анионитный фильтр первой ступени и почему?
7. От чего зависит селективность анионитов по отношению к анионам? В чем отличие слабоосновных анионитов от сильноосновных?
8. Как изменяется размер зерна свежерегенерированного анионита в процессе работы? Объясните почему он так изменится.
9. Для чего при умягчении воды в схемах устанавливают два Na-катионитных фильтра?
10. Можно ли глубоко отрегенировать сработанный катионит в Н-фильтре стехиометрическим расходом кислоты, если фильтр загружен катионитом КБ-4? Ответ обоснуйте.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методики технологического расчета в процессах водоподготовки | 1. В чем принципиальное отличие Н-катионитного фильтра от Na-катионитного фильтра? Можно ли использовать<br>2. Возможно и глубокая сорбция кремниевой кислоты сильноосновным анионитом в фильтрате АП, если в схеме убрать декарбонизатор? Ответ обоснуйте.<br>3. После прямоточной регенерации Н-фильтры пустили в работу. Получат ли фильтрат с необходимыми показателями в соответствии с режимными картами? Ответ обоснуйте. |
| Уметь: принимать технологические решения при                        | 1. Какой анионит в процессе обессоливания следует загрузить в ОН-анионитный фильтр первой ступени и                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| проектировании и эксплуатации установок подготовки добавочной воды на ТЭС | <p>почему?</p> <p>2. Для чего при умягчении воды в схемах устанавливают два Na-катионитных фильтра?</p> <p>3. Химический анализ осветленной воды, поступающей на H-катионитный фильтр, дал следующие результаты: концентрация ионов кальция 40 мг/дм<sup>3</sup>, магния 12 мг/дм<sup>3</sup>, натрия 4,6 мг/дм<sup>3</sup>. При этом наблюдалось два случая:</p> <p>1 – <math>\text{Що} = 2,5 \text{ мг-экв/дм}^3</math>, <math>\text{CCl-} + \text{CSO42-} = 0,7 \text{ мг-экв/дм}^3</math>;</p> <p>2 – <math>\text{Що} = 0,7 \text{ мг-экв/дм}^3</math>, <math>\text{CCl-} + \text{CSO42-} = 2,5 \text{ мг-экв/дм}^3</math>.</p> <p>Какой катион будет проскакивать в фильтрат H-фильтра первой ступени? В каком из двух случаев концентрация его будет больше?</p> |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 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. Защита лабораторных работ

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент отвечает на вопросы преподавателя по результатам проделанных лабораторных работ

#### Краткое содержание задания:

1. Какое значение pH необходимо поддерживать при ведении процесса коагуляции с оксихлоридом алюминия?
2. Какую методики применяют для определения хлорид-ионов?
3. По какому показателю качества воды оценивают эффективность процесса коагуляции?
4. Каким образом проводили процесс коагуляции?
5. Как определяли дозу коагулянта?

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: проводить технические расчеты параметров теплоносителя; | 1.Как определяли дозу коагулянта?<br>2.Каким образом проводили процесс коагуляции? |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

#### **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***

Необходимо произвести расчет оборудования технологической схемы водоподготовки с параллельным включением фильтров . В соответствии с исходными показателями качества источника водоснабжения рассчитать предочистку. Необходимо подобрать соответствующее основное и вспомогательное оборудование.

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

##### **Пример задания**

Рассчитать схему водоподготовки с параллельным включением фильтров для станции мощностью 1200 МВт с турбинами К-300. Источник водоснабжения - река Клязьма у г. Владимира.

##### **Тематика КП/КР:**

##### **КМ-1. Оценка выполнения разделов 1**

##### **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. Оценка выполнения раздела 2**

### **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-3. Оценка выполнения раздела 3**

### **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-4. Оценка выполнения раздела 4**

### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский университет "МЭИ"<br>Кафедра Теоретических основ теплотехники им. М.П. Вукаловича<br>Направление: 13.04.01. Теплоэнергетика и теплотехника<br>Дисциплина: Физико-химические процессы в энергетике<br><br>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1                                                                                                                                                                                                                                                                | УТВЕРЖДАЮ<br><br>Зав. каф. ТОТ<br>25 декабря 2020 |
| <p><b>1. Вопрос.</b> Растворы и способы выражения концентраций растворов. Расчет молярной массы эквивалентов для кислот, оснований и солей. Закон эквивалентов.</p> <p><b>2. Вопрос.</b> Явления на границе металл-раствор. Электрохимические элементы, их обратимость. Измерение потенциала на границе металл - раствор.</p> <p><b>3. Задача.</b> Рассчитать объемы 0,1 М ацетата натрия и 0,6 % уксусной кислоты, необходимые для приготовления 3 л буферного раствора с <math>pH=5,24</math>. <math>K_a=1,74 \cdot 10^{-5}</math>.</p> |                                                   |

## Процедура проведения

Студент выбирает билет, в течение одного часа подготавливается к ответу на вопросы в билете (письменно отвечает на вопросы в билете и решает задачу), далее устно отвечает преподавателю. После преподаватель задает вопросы по материалам семестра. Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-3</sub> Владеет современными методами проведения химического анализа, методиками расчета расходов материалов и реагентов

### Вопросы, задания

1. Растворы и способы выражения концентраций растворов. Расчет молярной массы эквивалентов для кислот, оснований и солей. Закон эквивалентов.
2. Теория кислот и оснований Бренстеда и Лоури. Привести примеры. Расчет  $pH$  для сильных и слабых кислот и оснований.
3. Классификация растворителей, автопротолиз. Ионное произведение воды. Сольватация.
4. Химическое равновесие. Принцип Ле Шателье. Закон действия масс. Термодинамические и концентрационные константы равновесия.
5. Буферные системы, механизм действия, классификация, буферная емкость.
6. Гидролиз. Способы усиления и подавления гидролиза. Степень гидролиза.
7. Факторы, влияющие на равновесие в реальных системах.
8. Выбор индикатора и индикаторные погрешности в кислотно-основном титровании.

9. Типы кривых титрования.
10. Индикаторные системы.
11. Основные понятия титриметрии.
12. Комплексные соединения. Равновесие в комплексных соединениях.
13. Принцип работы кислотно-основных индикаторов. Факторы, влияющие на работу кислотно-основных индикаторов.
14. Металлохромные индикаторы.
15. Произведение растворимости и растворимость.
16. Электропроводность растворов электролитов. Эффекты электрофоретического и релаксационного торможения.
17. Взаимосвязь эквивалентной и удельной электропроводности. Расчет констант диссоциации через значения эквивалентной электропроводности.
18. Явления на границе металл-раствор. Измерение потенциала на границе металл-раствор.
19. Кривые кислотно-основного титрования.
20. Потенциометрическое титрование
21. Кондуктометрическое титрование.
22. Закон Бугера — Ламберта — Бера. Подбор длины волны и кюветы.
23. Мембранные электроды.
24. Стандартный электродный потенциал и способы его определения.
25. Принцип построения диаграмм Пурбе..
26. Требования, предъявляемые к методам анализа. Классификация реактивов

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

1. Любой химический анализ состоит из 4 этапов:

Ответы:

Выберите правильный ответ

- А) Отбор пробы, подготовка пробы к анализу, стадия измерения (получение аналитического сигнала), оценка результатов измерения.
- Б) Подготовка пробы к анализу, отбор пробы, стадия измерения (получение аналитического сигнала), оценка результатов измерения.
- В) Отбор пробы, фильтрование пробы, отбор аликвоты, измерение.

Верный ответ: А) Отбор пробы, подготовка пробы к анализу, стадия измерения (получение аналитического сигнала), оценка результатов измерения

2. Лаборанту необходимо приготовить 200 см<sup>3</sup> 4 н раствор серной кислоты из 10 М серной кислоты. Она произвела следующие действия (выберите правильный вариант)

Ответы:

- А) В мерную колбу на 200 мл перенесла цилиндром 40 см<sup>3</sup> 10 М раствора серной кислоты, перемешала и довела до метки обессоленной водой, закрыла мерную колбу пробкой и снова перемешала.
- Б) В мерную колбу на 200 мл добавила небольшое количество обессоленной воды. Цилиндром отобрала 40 см<sup>3</sup> 20 н раствора серной кислоты, количественно перенесла в мерную колбу, перемешала и довела до метки обессоленной водой, закрыла мерную колбу пробкой и снова перемешала.
- В) В колбу на 200 мл добавила небольшое количество обессоленной воды. Цилиндром отобрала 80 см<sup>3</sup> 10 М раствора серной кислоты, количественно перенесла в мерную колбу, перемешала и довела до метки обессоленной водой, закрыла мерную колбу пробкой и снова перемешала.

Верный ответ: В мерную колбу на 200 мл добавила небольшое количество обессоленной воды. Цилиндром отобрала 40 см<sup>3</sup> 20 н раствора серной кислоты,

количественно перенесла в мерную колбу, перемешала и довела до метки обессоленной водой, закрыла мерную колбу пробкой и снова перемешала  
3. Рассчитайте pH раствора, полученного разбавлением 2,5 см<sup>3</sup> 1 М раствора соляной кислоты в мерной колбе на 250 см<sup>3</sup>.

Ответы:

А) pH= 0,01

Б) pH=1

В) pH=2

Верный ответ: pH=2

4. Буферные растворы -это

Ответы:

А) раствор, который поддерживает в определенной интервале значений какой-либо показатель в пределах буферной емкости;

Б) раствор, который поддерживает в определенной интервале значений pH пределах буферной емкости;

В) раствор, который поддерживает в определенной интервале значений рМ пределах буферной емкости.

Верный ответ: раствор, который поддерживает в определенной интервале значений какой-либо показатель в пределах буферной емкости

5. Активность – это

Ответы:

А) концентрация компонента в реальных растворах,

Б) концентрация компонента в идеальных растворах.

Верный ответ: А) концентрация компонента в реальных растворах,

## **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» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносится оценка за 8 семестр и за курсовую работу

## 8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

### Пример билета

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский университет "МЭИ"<br>Кафедра Теоретических основ теплотехники им. М.П. Вукаловича<br>Направление: 13.04.01. Теплоэнергетика и теплотехника<br>Дисциплина: Физико-химические процессы в энергетике (часть 2)<br>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1                                                                                                                                                                                                                                                            | УТВЕРЖДАЮ<br><br>Зав. каф. ТОТ<br>15 мая 2021 г. |
| <p><b>1. Вопрос.</b> Поступление органических примесей в пароводяной тракт энергоблока ТЭС. Распределение органических примесей по тракту.</p> <p><b>2. Вопрос.</b> Химические основы методики определения окисляемости воды.</p> <p><b>3. Задача.</b> На предочистку поступает вода с показателем окисляемости равным 9,8 мг О/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте рН раствора коагулянта, если <math>K_b=1,38 \times 10^{-9}</math>. Рассчитайте дозы необходимых реагентов, если концентрация бикарбонат иона равна 88,45 мг/дм<sup>3</sup>.</p> |                                                  |

### Процедура проведения

Студент выбирает билет, в течение одного часа подготавливается к ответу на вопросы в билете (письменно отвечает на вопросы в билете и решает задачу), далее устно отвечает преподавателю. После преподаватель задает вопросы по материалам семестра. Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-3</sub> Владеет современными методами проведения химического анализа, методиками расчета расходов материалов и реагентов

### Вопросы, задания

1. Показатели качества воды и методики их определения.
2. Щелочность, методика ее определения, физико-химические основы работы индикаторов, используемых при определении щелочности.
3. Жесткость, методика определения, физико-химические основы работы индикаторов, используемых при определении жесткости.
4. Химические основы методики определения окисляемости воды.
5. Химические основы методик определения хлоридов в производственных водах.
6. Физико-химические основы коагуляции.
7. Коллоидные частицы. Строение мицеллы. Двойной электрический слой,  $\chi$ -потенциал.
8. Физико-химические основы коагуляции.
9. Регулирование оптимальных условий коагуляции (температура, условия протекания процесса хлопьеобразования, выбор дозы коагулянта).

10. Регулирование оптимальных условий коагуляции (концентрация водородных ионов и анионный состав воды, быстрота смешения коагулянта и равномерность его распределения в воде, содержание в воде естественных взвесей).
11. Регулирование оптимальных условий коагуляции (щелочность воды, условия перемешивания, формы существования гуминовых соединений).
12. Физико-химические процессы флокуляции.
13. Физико-химические основы известкования. Факторы, влияющие на процесс известкования. Режимы известкования.
14. Физико-химические процессы осветления воды на осветлительных фильтрах. Общие положения. Фильтрующие материалы.
15. Общие положения теории ионного обмена, Факторы, влияющие на состояние равновесия ионообменных процессов. Кинетика ионного обмена.
16. Сущность ионообменного процесса в ионитном фильтре. Понятие фронта фильтрования. Селективность.
17. Способы получения ионитов, их классификация и строение.
18. Технологические характеристики ионитов: гранулометрический состав, насыпная масса, механическая прочность, набухаемость, структура, обменная емкость.
19. Технологические характеристики ионитов: гранулометрический состав, химическая стойкость, осмотическая стабильность.
20. Теоретические основы Na-катионирования.
21. Теоретические основы H-катионирования.
22. Теоретические основы анионирования.
23. Теоретические основы работы фильтров смешанного действия с внутренней регенерацией.
24. Теоретические основы работы фильтров смешанного действия с внешней регенерацией.
25. Теоретические основы применения ионного обмена.
26. Физико-химические основы процесса термического обессоливания воды.
27. Теоретические основы процесса регенерации. Показатели, определяющие необходимость регенерации фильтров при трехступенчатом обессоливании с использованием ФСД
28. Понятие обменной емкости. Механизмы потери ионитами обменной емкости.
29. Поступление органических примесей в пароводяной тракт энергоблока ТЭС. Распределение органических примесей по тракту.

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

1. При определении следующих показателей качества воды используют следующие виды титрования  
Ответы:  
А) Жесткость – кислотно-основное титрование,  
Кислотность – комплексонометрическое титрование,  
Щелочность – кислотно-основное титрование,  
Окисляемость – окислительно-восстановительное титрование.  
Б) Жесткость – комплексонометрическое титрование,  
Щелочность – кислотно-основное титрование,  
Кислотность – комплексонометрическое титрование,  
Окисляемость – окислительно-восстановительное титрование.  
В) Жесткость – комплексонометрическое титрование,  
Кислотность – кислотно-основное титрование,  
Щелочность – кислотно-основное титрование,  
Окисляемость – окислительно-восстановительное титрование.

Верный ответ: Жесткость – комплексонометрическое титрование, Кислотность – кислотно-основное титрование, Щелочность – кислотно-основное титрование, Окисляемость – окислительно-восстановительное титрование.

2. Для проведения процесса коагуляции с известкованием в качестве коагулянта используют

Ответы:

- А) Сульфат алюминия, так как этот коагулянт является универсальным и работает при любых значениях pH,
- Б) Сульфат железа (II), так как этот коагулянт может работать в интервале pH = 9-11,
- В) Любой из выше перечисленных коагулянтов.

Верный ответ: Сульфат железа (II), так как этот коагулянт может работать в интервале pH = 9-11

3.1. Скорость фильтрования воды после процесса известкования и коагуляции в осветлительных (механических) фильтрах составляет (выберите правильный ответ)

Ответы:

- А) 5 м/ч
- Б) 10 м/ч
- В) 20 м/ч

Верный ответ: 10 м/ч

4. При определении показателей качества воды методом титрования всегда применяют индикаторы. Правильное это утверждение?

Ответы:

- А) Утверждение правильное, например, при определении щелочности используют индикатор фенолфталеин и метиловый оранжевый, а при определении кальциевой жесткости используют мурексид;
- Б) Утверждение не верно, например при определении окисляемости индикатор не используется.

Верный ответ: Утверждение не верно, например при определении окисляемости индикатор не используется

5. В процессе фильтрования в ФСД катионит и анионит в фильтре находятся

Ответы:

- А) катионит расположен над средним дренажно-распределительным устройством, анионит под средним дренажно-распределительным устройством. Фильтруемая вода последовательно проходит через слои ионообменного материала;
- Б) катионит и анионит находятся в перемешанном состоянии, фильтруемая вода проходит через смесь ионообменного материала. Катионит и анионит разделяют только для проведения процесса регенерации;
- В) анионит расположен над средним дренажно-распределительным устройством, катионит под средним дренажно-распределительным устройством. Фильтруемая вода последовательно проходит через слои ионообменного материала.

Верный ответ: катионит и анионит находятся в перемешанном состоянии, фильтруемая вода проходит через смесь ионообменного материала. Катионит и анионит разделяют только для проведения процесса регенерации

6. На слабоосновных анионитах происходит обмен

Ответы:

- А) только на анионы слабых кислот, так как при этих значениях pH и наличии слабых кислот полностью подавляется диссоциация сильных кислот;
- Б) только на анионы сильных кислот, так как при этих значениях pH и наличии сильных кислот полностью подавляется диссоциация слабых кислот;
- В) на анионы слабых и сильных кислот.

Верный ответ: только на анионы сильных кислот, так как при этих значениях pH и наличия сильных кислот полностью подавляется диссоциацию слабых кислот

## ***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» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносятся оценка за 8 семестр и за курсовую работу

**Для курсового проекта/работы:**

**8 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Студент предоставляет оформленную и допущенную к защите курсовую работу комиссии в составе двух преподавателей. Процедура защиты курсового проекта включает в себя: – выступление студента по теме и результатам работы (не более 10 мин) с использованием презентации; – ответы на вопросы членов комиссии.

### ***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» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносятся оценка за 8 семестр и за курсовую работу