

**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: Автономные энергетические системы**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Химия окружающей среды**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Корнеева Л.А.
	Идентификатор	Rb7aae594-KorneevaLA-4ea9e990

Л.А. Корнеева

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ланская И.И.
	Идентификатор	R3db6324d-Lanskyall-6f410db9

И.И.  
Ланская

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулешов Н.В.
	Идентификатор	Re9c42de9-KuleshovNV-bc390ed6

Н.В.  
Кулешов

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-3 Способен к обеспечению технологической, производственной и трудовой дисциплины при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов

ИД-3 демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности автономных энергетических систем и их элементов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Накопление и трансформация примесей в атмосфере (Контрольная работа)
2. Основные источники загрязнения природных вод (Тестирование)
3. Термины и определения химии окружающей среды. Химический состав и строение атмосферы (Тестирование)
4. Физико-химические процессы в гидросфере. Диаграмма ре-рН (диаграмма Пурбе) для при-родных систем (Расчетно-графическая работа)

### БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Термины и определения химии окружающей среды. Химический состав и строение атмосферы					
Термины и определения химии окружающей среды. Химический состав и строение атмосферы	+				
Накопление и трансформация примесей в атмосфере					
Накопление и трансформация примесей в атмосфере			+		
Основные источники загрязнения природных вод					
Основные источники загрязнения природных вод		+			
Физико-химические процессы в гидросфере. Диаграмма ре-рН (диаграмма Пурбе) для природных систем					
Физико-химические процессы в гидросфере. Диаграмма ре-рН (диаграмма Пурбе) для природных систем				+	
Вес КМ:		25	25	25	25

§Общая часть/Для промежуточной аттестации§

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-3	ИД-3ПК-3 демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности автономных энергетических систем и их элементов	Знать: основные понятия химии окружающей среды и фундаментальные законы эволюции Вселенной, факторы, определяющие устойчивость атмосферы, ее состав, строение и температурный профиль процессы превращения веществ в природных водах и условия самоочищения в гидросфере – основе жизнедеятельности населения и существования флоры и фауны Уметь: определять возможность накопления в атмосфере вредных примесей и аэрозольных частиц, проводить анализ критических ситуаций во	Термины и определения химии окружающей среды. Химический состав и строение атмосферы (Тестирование) Основные источники загрязнения природных вод (Тестирование) Накопление и трансформация примесей в атмосфере (Контрольная работа) Физико-химические процессы в гидросфере. Диаграмма $p$ - $pH$ (диаграмма Пурбе) для природных систем (Расчетно-графическая работа)

		<p>взаимоотношениях с природой и разрабатывать мероприятия, предотвращающие загрязнение воздуха</p> <p>рассчитывать и анализировать показатели качества вод, химические процессы в гидросфере, осуществлять выбор методов очистки производственных стоков автономных энергетических систем и их элементов, исследовать устойчивость соединений в природных системах</p> <p>используя диаграмму рН</p>	
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

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

### КМ-1. Термины и определения химии окружающей среды. Химический состав и строение атмосферы

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется по вариантам теста на практическом занятии

#### Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний в области химии окружающей среды

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: основные понятия химии окружающей среды и фундаментальные законы эволюции Вселенной, факторы, определяющие устойчивость атмосферы, ее состав, строение и температурный профиль</p>	<p>1.Синонимами являются понятия: 1) «охрана природы» и «охрана окружающей среды» 2) «охрана природы» и «экология» 3) «охрана природы», «экология» и «охрана окружающей среды» <i>Ответ 3</i></p> <p>2.Основной принцип охраны природы – ... 1) охрана природы 2) использование природы 3) охрана природы в процессе использования <i>Ответ 3</i></p> <p>3.Заполните пропуски. а) Концепция экологического образования - это... б) Экологическое сознание - это... 1) а) базовая идея обучения     б) представления о взаимодействии природы и человека 2) а) представления о взаимодействии природы и человека     б) базовая идея обучения 3) а) формирование системы взглядов в процессе обучения;     б) представления об эксплуатации природно-ресурсного потенциала <i>Ответ 1</i></p> <p>4.Закончите предложения. а) Слово «экология» в смысле «природоведение» употребил ... б) Термин «экология» ввел ... 1) а) Г. Д. Торо в 1858 г.   б) А.Тэнсли в 1935 2) а) Э. Зюсс в 1825 г.   б) А.Тэнсли в 1935 г. 3) а) Г. Д. Торо в 1858 г.   б) Эрнст Геккель в 1866 г. <i>Ответ 3</i></p> <p>5.Установите соответствие в парах. Температура верхней границы слоя атмосферы, 0С:</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- а) тропосферы ...  
б) стратосферы...  
в) мезосферы ...  
1) а) -2;      б) -56;      в) -92;  
2) а) -56;      б) -2;      в) -92;  
3) а) -92;      б) -2;      в) -56;

*Ответ 2*

6. Заполните пропуски.

Максимальную температуру ... на высоте .... имеет слой атмосферы ....

- 1) 1200оС, 50 км, тропосфера  
2) 1200оС, 500 км, термосфера  
3) 200оС, 50 км, стратосфера

*Ответ 2*

7. Более плотные слои атмосферы – ...

- 1) верхние  
2) нижние  
3) ионосфера

*Ответ 2*

8. По составу образующих их компонентов верхние и нижние слои атмосферы ...

- 1) незначительно отличаются  
2) отличаются только количественно  
3) значительно отличаются

*Ответ 3*

9. Определите массу кислорода вблизи земной поверхности атмосферы:

а) масса атмосферы, т ...

б) масса O<sub>2</sub>, кг ...

- 1) а) 5,14.10<sup>12</sup>      б) 1,2.10<sup>15</sup>  
2) а) 5,14.10<sup>18</sup>      б) 1,2.10<sup>21</sup>  
3) а) 5,14.10<sup>15</sup>,      б) 1,2.10<sup>18</sup>

*Ответ 3*

10. Заполните пропуски.

а) части на миллион (млн-1 или ppm) эквивалентны...

б) части на миллиард (млрд-1 или ppb) эквивалентны...

- 1) а) млн-1 - 1 см<sup>3</sup> газа в 1м<sup>3</sup> воздуха  
б) млрд-1 - 1 см<sup>3</sup> газа в 1дм<sup>3</sup> воздуха  
2) а) млн-1 - 1 см<sup>3</sup> газа в 1м<sup>3</sup> воздуха  
б) млрд-1 - 1 мм<sup>3</sup> газа в 1м<sup>3</sup> воздуха  
3) а) млн-1 - 1 см<sup>3</sup> газа в 1дм<sup>3</sup> воздуха  
б) млрд-1 - 1 мм<sup>3</sup> газа в 1дм<sup>3</sup> воздуха

*Ответ 2*

11. Число молекул O<sub>2</sub> в единице объема атмосферы, см-3:

а) у поверхности Земли ....:

б) на высоте вершины Эльбрус (5621 м над уровнем моря) ...

- 1) а) 5,3.10<sup>18</sup>;      б) 2,5.10<sup>18</sup>  
2) а) 2,6.10<sup>19</sup>;      б) 1,3.10<sup>19</sup>

	<p>3) а) 5,3.1015;      б) 2,5.1015</p> <p><i>Ответ 1</i></p> <p>12.Масса ядра <math>{}^4\text{He}</math> 4,0015 а.е.м. Масса протона 1,00728 а.е.м., масса нейтрона – 1,00867 а.е.м. Дефект массы, а.е.м. - ...</p> <p>1) 0,0152 2) 0,0304 3) 1,83.1023</p> <p><i>Ответ 2</i></p> <p>13.При образовании 1 моля ядер гелия <math>{}^4\text{He}</math> из двух протонов и двух нейтронов выделяется 2,72.109 кДж. Средняя энергия связи в ядре, кДж/моль ...</p> <p>1) 6,8.108 2) 1,36.109 3) 2,72.109</p> <p><i>Ответ 1</i></p> <p>14.Концентрация <math>\text{CO}_2</math> в атмосфере при н.у. 340 млн-1. Рассчитайте:</p> <p>а) объемную долю <math>\text{CO}_2</math>, % ... б) парциальное давление <math>\text{CO}_2</math> с учетом давления насыщенных водяных паров (при <math>T=288\text{ K}</math>, <math>P=101,3\text{ кПа}</math>), Па ...</p> <p>1) а) 3,4;                      б) 3400 2) а) 0,34;                    б) 340 3) а) 0,034 ;                б) 34</p> <p><i>Ответ 3</i></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-2. Основные источники загрязнения природных вод**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется по вариантам теста на практическом занятии

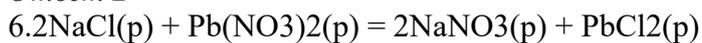
**Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на проверку знаний в области загрязнения и очистки природных вод

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: процессы превращения веществ в природных водах и условия самоочищения в гидросфере – основе жизнедеятельности населения и существования флоры и фауны</p>	<p>1. Установите соответствие в парах. Преобладающие анионы: а) в воде мирового океана ... б) в речной воде ... в) в дождевой воде...</p> <p>1) а) <math>\text{HCO}_3^-</math>                      б) <math>\text{SO}_4^{2-}</math>                      в) <math>\text{Cl}^-</math> 2) а) <math>\text{SO}_4^{2-}</math>                      б) <math>\text{HCO}_3^-</math>                      в) <math>\text{Cl}^-</math> 3) а) <math>\text{Cl}^-</math>                      б) <math>\text{HCO}_3^-</math>                      в) <math>\text{SO}_4^{2-}</math></p> <p><i>Ответ 3</i></p> <p>2. Установите соответствие в парах. Преобладающие катионы: а) в воде мирового океана ... б) в речной воде...</p> <p>1) а) <math>\text{Ca}^{2+}</math>                      б) <math>\text{Na}^+</math> 2) а) <math>\text{Na}^+</math>                      б) <math>\text{Ca}^{2+}</math> 3) а) <math>\text{Cl}^-</math>                      б) <math>\text{HCO}_3^-</math></p> <p><i>Ответ 2</i></p> <p>3. Концентрация солей в пробе воды: <math>\text{NaCl}</math> - 2,34 мг/л, <math>\text{Na}_2\text{SO}_4</math> - 5,68 мг/л, <math>\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2</math> – 324 мг/л, <math>\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2</math> - 7,3 мг/л. Рассчитайте: а) общую минерализацию, г/л ..., б) щелочность, моль экв/л, ...</p> <p>1) а) 340;                      б) 4,1 2) а) 3,4;                      б) 0,04 3) а) 0,340;                      б) <math>4,1 \cdot 10^{-3}</math>;</p> <p><i>Ответ 3</i></p> <p>4. Установите соответствие в парах. Для окисления токсичных соединений азота в сточных водах до <math>\text{N}_2</math> используют:</p> <p>а) для гидразина (<math>\text{N}_2\text{H}_4</math>) б) для цианид-иона (<math>\text{CN}^-</math>)</p> <p>1) а) гипохлорид натрия <math>\text{NaOCl}</math>                      б) кислород <math>\text{O}_2</math> 2) а) кислород <math>\text{O}_2</math>                      б) гипохлорид натрия <math>\text{NaOCl}</math> 3) а) пероксид водорода                      б) кислород</p> <p><i>Ответ 2</i></p> <p>5. Растворимость гипса <math>\text{CaSO}_4</math> (<math>\text{IP}=6,1 \cdot 10^{-5}</math>) в кислых водах, содержащих <math>\text{SO}_4^{2-}</math>...</p> <p>1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Ответ 2*



Объем 0,5 М раствора NaCl, необходимый для реакции с 0,2 моль Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> равен, л ...

- 1) 0,8
- 2) 1,25
- 3) 0,4

*Ответ 1*

7. Установите соответствие в парах.

Допустимая концентрация винилхлорида C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>Cl на химическом предприятии составляет 2,05·10<sup>-6</sup> г/л, что соответствует:

а) молярной концентрации, г/моль ...

б) мольной доле ...

- |                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| 1) а) 5,9·10 <sup>-10</sup> | б) 3,28·10 <sup>-8</sup> |
| 2) а) 3,28·10 <sup>-8</sup> | б) 5,9·10 <sup>-10</sup> |
| 3) а) 3,28·10 <sup>-6</sup> | б) 5,9·10 <sup>-8</sup>  |

*Ответ 2*

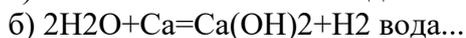
8. Сточная вода содержит 75,5 ммоль экв/л ионов NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. После ОН-анионирования 10 л воды концентрация NO<sub>3</sub><sup>-</sup> в ней снизилась до 0,5 ммоль экв/л. В раствор перешло ионов ОН<sup>-</sup>, г ...

- 1) 12,75
- 2) 1,27
- 3) 75,00

*Ответ 1*

9. Заполните пропуски.

В реакции:



- |                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| 1) а) окислитель,     | б) восстановитель |
| 2) а) восстановитель, | б) окислитель     |
| 3) а) восстановитель  | б) восстановитель |

*Ответ 2*

10. Соленый вкус морской воды может ощущаться при концентрации NaCl 0,03%, что соответствует молярной концентрации, моль/л... (плотность воды принять 1 г/см<sup>3</sup>)

- 1) 5,1·10<sup>-4</sup>
- 2) 5,1·10<sup>-3</sup>
- 3) 3,0·10<sup>-5</sup>

*Ответ 2*

11. При повышении давления газа его растворимость в жидкости, моль/л ...

- 1) не изменяется
- 2) увеличивается
- 3) уменьшается

*Ответ 2*

12. Произведение растворимости при 298 К для аллотропных модификаций CaCO<sub>3</sub> при 298 К: кальцит ПРк = 10<sup>-8,34</sup>, арагонит ПРа = 10<sup>-8,16</sup>.

	<p>Установите соответствие в парах:  Растворимость, г/100 г Н<sub>2</sub>О  (плотность растворов принять равной 1 г/см<sup>3</sup>):  А) кальцита ...  Б) арагонита ...  1) а) 6,76.10<sup>-5</sup>;                      б) 8,32.10<sup>-5</sup>;  2) а) 8,32.10<sup>-5</sup>;                      б) 6,76.10<sup>-5</sup>;  3) а) 6,76.10<sup>-4</sup>;                      б) 8,32.10<sup>-4</sup>;  <i>Ответ 3</i>  13.Для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения для нитрат-ионов ПДК (по азоту) 10 мг/л. Максимальная концентрация ионов NO<sub>3</sub><sup>-</sup> не должна превышать, ммоль/л ...  1) 0,357  2) 0,162  3) 0,714  <i>Ответ 3</i>  14.Общая жесткость воды 4,18 ммоль экв/л, карбонатная жесткость – 4,1 ммоль экв/л. Для полного умягчения 250 л воды методом осаждения (содово-известковый метод) потребуется:  а) Са(ОН)<sub>2</sub>, г ...  б) Na<sub>2</sub>СО<sub>3</sub>, г ...  1) а)37,9                                      б) 1,1  2) а) 3,79                                    б) 0,11  3) а) 0,15                                    б) 4,4.10<sup>-3</sup>  <i>Ответ 1</i>  15.Сточная вода содержит растворенный хлор - 0,071 г/л. Масса Zn, которая потребуется для очистки 10 м<sup>3</sup> сточной воды по уравнению Cl<sub>2</sub> + Zn = 2Cl<sup>-</sup> + Zn<sup>2+</sup> составляет, г ...  1) 0,065;  2) 650;  3) 0,033  <i>Ответ 2</i></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-3. Накопление и трансформация примесей в атмосфере

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется по вариантам теста на практическом занятии

**Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на проверку знаний в области накопления и трансформация примесей в атмосфере

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: определять возможность накопления в атмосфере вредных примесей и аэрозольных частиц, проводить анализ критических ситуаций во взаимоотношениях с природой и разрабатывать мероприятия, предотвращающие загрязнение воздуха

1. ПДКСС (среднесуточная) взвешенных веществ в атмосферном воздухе населенных мест 0,15 мг/м<sup>3</sup>. Рассчитайте максимальное допустимое число сферических частиц диаметром 0,5 мкм в 1 м<sup>3</sup> воздуха, если плотность пыли 4 г/см<sup>3</sup>.

*Ответ: 5,76 · 10<sup>8</sup>.*

2. Производство цинка выплавкой из ZnS составляет в среднем 600 000 т/год. Какая масса SO<sub>2</sub> при этом образуется?

*Ответ: 5,9 · 10<sup>5</sup> т*

3. Рассчитайте тепловой эффект реакции образования озона: O<sub>2</sub> + O → O<sub>3</sub>

(стандартные энтальпии образования, ΔfH<sub>0</sub>, кДж/моль: O<sub>2</sub> = 0; O = 247,5; O<sub>3</sub> = 142,3).

*Ответ: -105,2 кДж.*

4. Вычислите парциальные давления (мм рт. ст.) гелия и метана вблизи земной поверхности в тропосфере при атмосферном давлении 101,3 кПа. Концентрация He 5,24 млн-1, CH<sub>4</sub> – 2,0 млн-1.

*Ответ: He 3,98 · 10<sup>-3</sup> мм рт. ст., CH<sub>4</sub> 2 · 10<sup>-3</sup> мм рт. ст.*

5. Содержание серной кислоты в дождевой воде в промышленных центрах достигает в год 150 мг/м<sup>2</sup>. Вычислите количество SO<sub>2</sub> (моль/год), создающее такую концентрацию серной кислоты на площади в 1 кв. км.

*Ответ: 1531 моль/год.*

6. Рассчитайте скорость выведения из атмосферы молекул метана при их взаимодействии с гидроксильными радикалами в приземном слое (T=15 оС). Энергия активации 14,1 кДж/моль, предэкспоненциальный множитель равен 2,3, концентрация метана [CH<sub>4</sub>] = 1,3 млн-1, концентрация гидроксильных радикалов [OH] = 5 · 10<sup>5</sup> см-3.

*Ответ: 1,1 · 10<sup>17</sup> см-3 · с-1.*

**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 процессы в гидросфере. Диаграмма  $p\bar{e}$ - $pH$  (диаграмма Пурбе) для при-родных систем**

**Формы реализации:** Письменная работа

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

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется в форме домашнего задания

**Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на проверку знаний в области физико-химических процессов в гидросфере

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: рассчитывать и анализировать показатели качества вод, химические процессы в гидросфере, осуществлять выбор методов очистки производственных стоков автономных энергетических систем и их элементов, исследовать устойчивость соединений в природных системах используя диаграмму <math>p\bar{e}</math>-<math>pH</math></p>	<p>1. Выведите уравнения зависимости <math>p\bar{e}(pH)</math> для окислительной и восстановительной границ устойчивости воды. Рассчитайте значение <math>p\bar{e}</math>, и <math>Eh</math> при <math>T=298K</math> для <math>pH \dots</math> (столб. 2 таблицы Исходные данные) согласно Вашему варианту задания. В качестве граничных условий при описании пределов устойчивости воды примите давление кислорода и водорода 101,3 кПа.</p> <p>2. Постройте диаграмму в координатах <math>p\bar{e}</math>-<math>pH</math> для системы <math>\dots</math> (столб. 3 таблицы Исходные данные) при <math>T=298 K</math> и <math>P=105 Pa</math>, включив в нее <math>O_2</math> (газ), <math>H_2</math> (газ), <math>H_2O</math> (ж), окисленные и восстановленные формы ионов и нерастворимых оксидов <math>\dots</math> (столб. 4). Укажите области устойчивости окисленных и восстановленных форм для равновесных соотношений.</p> <p>При расчете границ устойчивости примите, что все редокс-пары находятся в равновесии. Активность растворенной формы, моль/л <math>\dots</math> (столб. 5), отношение активностей ионов окисленной и</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*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

### Пример билета

1. Экологическая безопасность. Устойчивое развитие. Биосфера и ноосфера.
2. Быстро окисляя NO в NO<sub>2</sub>, тропосферный озон способствует возникновению фотохимического смога, содержащего до 0,2 млн-1 NO<sub>2</sub>:  
$$O_3 (г) + NO(г) \rightarrow O_2 (г) + NO_2(г)$$
  
Вычислите концентрацию озона в воздухе (% об.), которая создает концентрацию NO<sub>2</sub> 0,2 млн-1.
3. Напишите уравнения реакций превращения оксидов азота, приводящие к образованию в атмосфере азотной кислоты. Определите среднеквадратичную скорость движения молекул NO и NO<sub>2</sub> в приземном слое воздуха.
4. При Na-катионировании 10 м<sup>3</sup> сточной воды, содержащей 8,8 мг/л ионов Sr<sup>2+</sup> в раствор перешло 36,8 г Na<sup>+</sup>. Рассчитайте концентрацию радиоактивного стронция в сточной воде после ионного обмена (мг/л) и объем 5 % (по массе) раствора NaCl плотностью  $\rho = 1,036$  г/см<sup>3</sup>, который потребуется для регенерации катионита. Можно ли эти воды после катионирования сливать в водоем? Для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения для Sr ПДК 2 мг/л.

### Процедура проведения

Проводится в письменной форме по билетам

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3пк-3 демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности автономных энергетических систем и их элементов

### Вопросы, задания

1. Экологическая безопасность. Устойчивое развитие. Биосфера и ноосфера
2. Быстро окисляя NO в NO<sub>2</sub>, тропосферный озон способствует возникновению фотохимического смога, содержащего до 0,2 млн-1 NO<sub>2</sub>:  
$$O_3 (г) + NO(г) \rightarrow O_2 (г) + NO_2(г)$$
  
Вычислите концентрацию озона в воздухе (% об.), которая создает концентрацию NO<sub>2</sub> 0,2 млн-1.
3. Напишите уравнения реакций превращения оксидов азота, приводящие к образованию в атмосфере азотной кислоты. Определите среднеквадратичную скорость движения молекул NO и NO<sub>2</sub> в приземном слое воздуха.
4. При Na-катионировании 10 м<sup>3</sup> сточной воды, содержащей 8,8 мг/л ионов Sr<sup>2+</sup> в раствор перешло 36,8 г Na<sup>+</sup>. Рассчитайте концентрацию радиоактивного стронция в сточной воде после ионного обмена (мг/л) и объем 5 % (по массе) раствора NaCl плотностью  $\rho = 1,036$  г/см<sup>3</sup>, который потребуется для регенерации катионита. Можно ли эти воды после катионирования сливать в водоем? Для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения для Sr ПДК 2 мг/л.
5. Причины деградации природной среды. Особенности проявления производственно-хозяйственной деятельности.

6. Один из вредных компонентов двигателя внутреннего сгорания – оксид углерода. Его можно окислить по реакции:  $\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{CO}_2$ . Если в системе установится равновесие, какие внешние воздействия будут способствовать протеканию этой реакции? В какой области температур возможен этот процесс? Какой объем (при н.у.)  $\text{CO}_2$  образуется при окислении 5,6 кг  $\text{CO}$ ?
- Один из вредных компонентов двигателя внутреннего сгорания – оксид углерода. Его можно окислить по реакции:  $\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{CO}_2$ . Если в системе установится равновесие, какие внешние воздействия будут способствовать протеканию этой реакции? В какой области температур возможен этот процесс? Какой объем (при н.у.)  $\text{CO}_2$  образуется при окислении 5,6 кг  $\text{CO}$ ?
7. Рассчитайте количество электричества, необходимое для электроосаждения свинца из 100 м<sup>3</sup> сточных вод, содержащих 0,03 г/л  $\text{Pb}^{2+}$  при выходе по току 80 %.
8. Не производя вычислений обоснуйте влияние гидролиза на растворимость сульфида свинца  $\text{PbS}$  в водоемах ( $K_{\text{ррPbS}} = 6,2 \cdot 10^{-28}$ ,  $K_{\text{ррPb(OH)2}} = 5,1 \cdot 10^{-16}$ ). Напишите уравнения реакций гидролиза соли по 1-ой и 2-ой ступеням. Укажите условия, при которых гидролиз усиливается.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Причины деградации природной среды. Особенности проявления производственно-хозяйственной деятельности.
- Верный ответ: Рассмотреть проявление экологического кризиса - влияние фактора времени, действие в пространстве.
2. Один из вредных компонентов двигателя внутреннего сгорания – оксид углерода. Его можно окислить по реакции:  $\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{CO}_2$ . Если в системе установится равновесие, какие внешние воздействия будут способствовать протеканию этой реакции? В какой области температур возможен этот процесс? Какой объем (при н.у.)  $\text{CO}_2$  образуется при окислении 5,6 кг  $\text{CO}$ ?
- Ответы:
- Использовать основные законы химической термодинамики - следствие из закона Гесса для расчета термодинамических функций состояния, использовать принцип Ле-Шателье для смещения равновесия, использовать закон эквивалентов для расчета объема газа
- Верный ответ: низкие температуры ( $\Delta_r H_{298} < 0$ ); повышенное давление в системе ( $\Delta V_{\text{газ}} < 0$ ); увеличение концентрации (парциальных давлений) исходных веществ  $\text{CO}$  и  $\text{O}_2$ ; снижение концентрации (парциального давления) продукта реакции  $\text{CO}_2$ ;  $298 < T < T_{\text{сущ}} = 2500 \text{ K}$  ( $T_{\text{равн}} = 3276 \text{ K}$ ); 4,28 м<sup>3</sup>  $\text{CO}$ .
3. Рассчитайте количество электричества, необходимое для электроосаждения свинца из 100 м<sup>3</sup> сточных вод, содержащих 0,03 г/л  $\text{Pb}^{2+}$  при выходе по току 80 %.
- Ответы:
- Использовать закон Фарадея
- Верный ответ: 35 Кл
4. Не производя вычислений обоснуйте влияние гидролиза на растворимость сульфида свинца  $\text{PbS}$  в водоемах ( $K_{\text{ррPbS}} = 6,2 \cdot 10^{-28}$ ,  $K_{\text{ррPb(OH)2}} = 5,1 \cdot 10^{-16}$ ). Напишите уравнения реакций гидролиза соли по 1-ой и 2-ой ступеням. Укажите условия, при которых гидролиз усиливается.
- Ответы:
- Использовать равновесные состояния в растворах электролитов - гидролиз солей, произведение растворимости, смещение равновесия в процессе гидролиза
- Верный ответ: С учетом гидролиза  $C_{\text{р}} = (\text{Pb(OH)}_2)^{1/3} > C_{\text{р}} = (\text{PbS})^{1/2}$ . 1 ступень  $\text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{PbOH}^+ + \text{H}^+$ ;  $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HS}^- + \text{OH}^-$ ; 2 ступень  $\text{PbOH}^+ + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Pb(OH)}_2 + \text{H}^+$ ;  $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{OH}^-$ ; Суммарно:  $\text{PbS} + 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Pb(OH)}_2 + \text{H}_2\text{S}$  усиливается при разбавлении ( $\beta$  возрастает) и нагревании ( $\Delta H_{\text{гидр}} > 0$  и  $K_{\text{гидр}}$  возрастает)

## **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 аттестационной составляющих.