

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства  
Кафедра «Охрана труда и окружающей среды»

Утверждено на заседании кафедры  
«Охрана труда и окружающей среды»  
«\_26\_» \_\_01\_\_ 2021 г., протокол №\_6\_

Заведующий кафедрой



\_\_ В.М. Панарин

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**«ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**20.03.01 Техносферная безопасность**

с направленностью (профилем)  
**Инженерная защита окружающей среды**

Формы обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 200301-01-21

Тула 2020 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**фонда оценочных средств (оценочных материалов)**

**Разработчик(и):**

Савинова Л.Н., доцент, канд.хим.наук, доц.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



—  
(подпись)

## 1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и (или) вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю). Указанные контрольные задания и (или) вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины (модуля), а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

## 2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

### 4семестр

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.1.)**

1. *Контрольный вопрос.* Предмет изучения химии окружающей среды.
2. *Контрольный вопрос.* Определите основные понятия химии окружающей среды.
3. *Контрольный вопрос.* Сформулируйте и обоснуйте концепции химии окружающей среды.
4. *Контрольный вопрос.* Перечислите направления исследований химии окружающей среды.
5. *Контрольный вопрос.* Суть практических основ химии окружающей среды. Естественные (природные) изменения и антропогенные изменения.
6. *Контрольный вопрос.* Перечислите основные физико-химические процессы в атмосфере, гидросфере и почвенном слое.
7. *Контрольный вопрос.* Суть абиотических превращений. Окислительно-восстановительные процессы в окружающей природной среде.
8. *Контрольный вопрос.* Суть гидролитических процессов в окружающей природной среде.
9. *Контрольный вопрос.* Фотохимические реакции в окружающей природной среде.
10. *Контрольный вопрос.* Поступление и накопление основных загрязняющих веществ в живых организмах.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2.)**

1. *Задача.* Во сколько раз будет превышено значение максимально разовой ПДК для уксусной кислоты, равное  $0,2 \text{ мг/м}^3$ , если на складе произошла авария (разлилась кислота) и установилось динамическое равновесие между парами и жидкой уксусной кислотой? Парциаль-

ное давление паров уксусной кислоты принять равным 3 Па. Атмосферное давление равно 101,3 кПа, температура 25°C.

2. *Задача.* Превышается ли и если да, то во сколько раз, значение максимально разовой ПДК для аммиака, равное 0,2 мг/м<sup>3</sup>, при обнаружении его запаха, если порог обнаружения запаха для аммиака составляет 46,6 ppm? Атмосферное давление равно 100 кПа, температура 25°C.

3. *Задача.* Сколько молекул формальдегида присутствует в каждом кубическом сантиметре воздуха при нормальных условиях, если его концентрация достигает значения ПДК<sub>м.р.</sub>, равного 0,035 мг/м<sup>3</sup>?

4. *Задача.* В восьмидесятых годах 20-го века среднегодовая концентрация диоксида углерода в атмосфере, приведенная к температуре 273К и давлению воздуха 101,3 кПа, достигла 340 млн<sup>-1</sup>. Определите значения концентрации CO<sub>2</sub> в % (об.), см<sup>-3</sup>, моль/л, мг/м<sup>3</sup> и парциальное давление CO<sub>2</sub> в Па при средней температуре воздуха вблизи поверхности Земли.

5. *Задача.* Во сколько раз количество молекул кислорода в кубическом сантиметре воздуха на высоте вершины Эльбрус (5621 м над уровнем моря) меньше, чем среднее значение у поверхности Земли (на уровне моря) при нормальном атмосферном давлении?

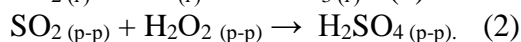
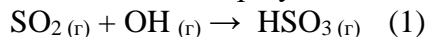
6. *Задача.* Определите среднее время пребывания паров воды в атмосфере, если по оценкам специалистов в атмосфере находится 12900 км<sup>3</sup> воды, а на поверхность суши и океана выпадает в виде атмосферных осадков 577·10<sup>12</sup> м<sup>3</sup> воды в год.

7. *Задача.* Из пробы воздуха объемом 12 л был удален диоксид серы. Объем пробы уменьшился до 11 л. Определите концентрацию SO<sub>2</sub> и выразите ее в % (об.), см<sup>-3</sup> и млн<sup>-1</sup>. Давление воздуха 101,3 кПа, температура 25°C.

8. *Задача.* Количество метана, поступающего ежегодно с поверхности Земли в атмосферу, составляет 550 млн т. Среднее содержание метана в слое атмосферы, на который приходится 90% ее массы, составляет 1,7 млн<sup>-1</sup>. Определите время пребывания метана в этом слое атмосферы, если принять, что в других частях атмосферы он отсутствует.

9. *Задача.* Оцените мольное соотношение и общую массу диоксида серы и оксида азота, поступающих в атмосферу в течение суток с выбросами тепловой электростанции, работающей на угле. Содержание серы в угле равно 1,5% (мас.). В сутки на станции сжигается 10 тыс. т угля. Концентрация оксида азота в газовых выбросах составляет 150 млн<sup>-1</sup>. Для сжигания угля используется стехиометрически необходимое количество воздуха. При оценке принять, что уголь состоит из углерода и содержит в качестве примеси только серу.

10. *Задача.* Определите соотношение скоростей процессов газофазного и жидкофазного окисления SO<sub>2</sub> при условии, что основной вклад в эти процессы вносят следующие реакции:



Константы скоростей реакций окисления равны:

$$k_1 = 9 \cdot 10^{-13} \text{ см}^3 \cdot \text{мол.}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$$

$$k_2 = 1 \cdot 10^3 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$$

Концентрации примесей в газовой фазе составляют:

$$[\text{OH}] = 5 \cdot 10^6 \text{ см}^{-3}; \quad [\text{SO}_2] = 10^{-4} \%(\text{об.}); \quad [\text{H}_2\text{O}_2] = 10^{-7} \%(\text{об.}).$$

Расчеты провести для атмосферного воздуха, имеющего температуру 25°C и содержащего 0,01 г свободной воды в каждом литре воздуха. Считать, что при растворении в воде концентрация SO<sub>2</sub> в газовой фазе не меняется. Газы считать идеальными и подчиняющимися

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.3.)**

1. Укажите условия, в которых растворимость газов не подчиняется закону Генри:

- а) газ обладает умеренной растворимостью;
- б) из рассмотрения исключены экстремальные условия по температуре;
- в) из рассмотрения исключены экстремальные условия по давлению;
- г) газ вступает в химическую реакцию с растворителем.

2. Укажите доминирующий компонент карбонатной водной системы в диапазоне pH 7,0÷8,5.  
 $K_1(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,45 \cdot 10^{-7}$ ;  $K_2(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,69 \cdot 10^{-11}$ .

- а) растворенный диоксид углерода,  $\text{CO}_2(\text{aq})$ ;
- б) угольная кислота,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ;
- в) гидрокарбонат-ион,  $\text{HCO}_3^-$ ;
- г) карбонат-ион,  $\text{CO}_3^{2-}$ ;
- д) иной компонент.

3. *Задача.* Рассчитайте равновесную концентрацию кислорода в воде при температуре 25°C и давлении  $p=1$  атм, с учетом, что при  $T=25^\circ\text{C}$  парциальное давление водяных паров в атмосфере составляет 0,0313 атм, а объемная концентрация кислорода равна 20,95%.

4. *Задача.* Рассчитать растворимость диоксида углерода в воде при температуре 25°C и давлении  $p=1$  атм, с учетом, что при  $T=25^\circ\text{C}$  парциальное давление водяных паров в атмосфере составляет  $p_{\text{H}_2\text{O}}$  0,0313 атм, а содержание диоксида углерода в атмосфере составляет 350 ppm при  $T=25^\circ\text{C}$  и  $p=1$  атм.

5. Укажите, какое высказывание не является верным:

- а) кислотность воды - это интенсивный фактор, характеризующий показателем pH;
- б) основной вклад в кислотность природных вод вносит растворенный  $\text{CO}_2$ ;
- в) кислотность сточных вод связана с наличием серной и соляной кислот;
- г) общую кислотность определяют алкалиметрически, оттитровывая пробу децинормальным раствором щелочи в присутствии фенолфталеина ( $\text{pH} = 8,2$ ).

6. *Задача.* Расчетным путем доказать, что чистая вода, находящаяся в равновесии с незагрязненной атмосферой, имеет pH чуть ниже 7 ( $\text{pH} = 5,65$  - слабо кислый характер).

7. Укажите, какое высказывание не является верным:

- а) щелочность воды - это емкостной фактор, характеризующий способность воды нейтрализовать ионы водорода;
- б) основной вклад в щелочность воды вносят гидроксид-, гидрокарбонат- и карбонат-ионы;
- в) при различных значениях водородного показателя основные компоненты, определяющие щелочность воды, вносят различный вклад в ее величину;
- г) при  $\text{pH} = 10$  щелочность природной воды составляет  $1,0 \cdot 10^{-3}$  г-экв/л и определяется присутствием гидрокарбонат-ионов.

8. *Задача.* Расчетным путем доказать, что при  $\text{pH} = 7$  щелочность природной воды составляет  $1,0 \cdot 10^{-3}$  г-экв/л и определяется присутствием гидрокарбонат-ионов.

9. *Задача.* Расчетным путем доказать, что при  $\text{pH} = 10$  щелочность природной воды составляет  $1,0 \cdot 10^{-3}$  г-экв/л и определяется присутствием гидрокарбонат-, карбонат- и гидроксид-ионов.

10. *Задача.* Расчетным путем показать, что при увеличении pH от 7,0 до 10,0 концентрация общего неорганического углерода, обеспечивающая исходную щелочность воды  $1,5 \cdot 10^{-3}$  г-экв/л, резко уменьшается. Рассчитать возможный прирост биомассы  $\{CH_2O\}$  на 1 л воды.

### **3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

#### **4семестр**

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.1.)**

1. Разработку методов разделения веществ, анализ природных веществ и окружающей среды решает химия:

- а) общая и неорганическая;
- б) аналитическая;
- в) физическая;
- г) коллоидная;
- д) высокомолекулярных соединений?

2. Задачей качественного анализа является:

- а) обнаружение отдельных элементов (ионов) или функциональных групп;
- б) идентификация веществ;
- в) определение количественных соотношений составных частей исследуемого соединения;
- г) исследование структуры веществ;
- д) исследование порядка расположения атомов и их химической связи в молекуле соединения.

3. Количественный анализа служит:

- а) обнаружению отдельных элементов (ионов) или функциональных групп;
- б) идентификации веществ;
- в) определению количественных соотношений составных частей исследуемого соединения;
- г) исследованию структуры веществ;
- д) исследованию порядка расположения атомов и их химической связи в молекуле соединения.

4. Макроанализ проводят с:

- а) объемом исследуемого раствора 10-100 мл и навеской 1-10 г.;
- б) навесками порядка 0,01-1г и объемами растворов 1-10 мл;
- 3) навесками  $0,001-10^{-6}$  г, объемами растворов  $0,1-10^{-4}$  мл;
- 4) микропробами  $10^{-6}-10^{-9}$  г, объемами  $10^{-4}-10^{-6}$  мл;
- 5) нанопробами  $10^{-9}-10^{-12}$  г (нано),  $10^{-7}-10^{-10}$  мл.

5. Ультрамикроанализ проводят с:

- а) объемом исследуемого раствора 10-100 мл и навеской 1-10 г.;
- б) навесками порядка 0,01-1г и объемами растворов 1-10 мл;
- в) навесками  $0,001-10^{-6}$  г, объемами растворов  $0,1-10^{-4}$  мл;
- г) микропробами  $10^{-6}-10^{-9}$  г, объемами  $10^{-4}-10^{-6}$  мл;
- д) нанопробами  $10^{-9}-10^{-12}$  г (нано),  $10^{-7}-10^{-10}$  мл.

6. Какова максимальная точность гравиметрического анализа:

- а) 1%;
- б) 0,2%;
- в) 0,01%;
- г) 0,05%?

7. Метод дистанционной гамма-спектрометрии позволяет определить:

- а) состав радионуклидов;
- б) распределение радионуклидов в пространстве;
- в) концентрацию радионуклидов;
- г) состав радионуклидов, их концентрацию и распределение в пространстве.

8. Для определения кислотности атмосферных осадков могут быть использованы средства и оборудование:

- а) лакмусовая бумага;
- б) рН-метр;
- в) нитратомер;
- г) хроматограф;
- д) масс-спектрометр.

9. Перспективным методом количественного определения загрязняющих атмосферу газовых примесей является...

- а) атомно-абсорбционный метод;
- б) ионная хроматография;
- в) комплексонометрическое титрование;
- г) гравиметрия;
- д) лазерная спектроскопия.

10. Дистанционное детектирование диоксида азота, как значимого загрязнителя атмосферы, проводят с помощью:

- а) лидаров (лазерных спектрометров);
- б) хроматографов;
- в) хромато-масс-спектрометров;
- г) атомно-абсорбционных спектрометров;
- д) фотометра;
- е) флуориметра.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.2.)**

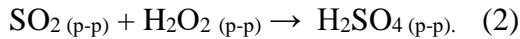
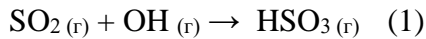
1. *Контрольный вопрос.* Дайте характеристику природных и антропогенных источников поступления соединений серы в атмосферу.

2. *Контрольный вопрос.* Какие процессы приводят к стоку диоксида серы из тропосферы?

3. *Контрольный вопрос.* Каковы особенности процесса глобального переноса соединений серы?

4. *Контрольный вопрос.* Дайте характеристику стратосферной части атмосферного цикла неорганических соединений серы.

5. *Задача.* Определите соотношение скоростей процессов газофазного и жидкофазного окисления  $\text{SO}_2$  при условии, что основной вклад в эти процессы вносят следующие реакции:



Константы скоростей реакций окисления равны:

$$k_1 = 9 \cdot 10^{-13} \text{ см}^3 \cdot \text{мол.}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$$

$$k_2 = 1 \cdot 10^3 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$$

Концентрации примесей в газовой фазе составляют:

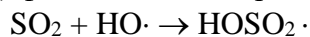
$$[\text{OH}] = 5 \cdot 10^6 \text{ см}^{-3}; \quad [\text{SO}_2] = 10^{-4} \%(\text{об.}); \quad [\text{H}_2\text{O}_2] = 10^{-7} \%(\text{об.}).$$

Расчеты провести для атмосферного воздуха, имеющего температуру 25°C и содержащего 0,01 г свободной воды в каждом литре воздуха. Считать, что при растворении в воде концентрация  $\text{SO}_2$  в газовой фазе не меняется. Газы считать идеальными и подчиняющимися закону Генри. Константы Генри для этих газов при 25°C составляют:  $K_{\text{SO}_2} = 5,4 \text{ моль}/(\text{л} \cdot \text{атм})$ ;  $K_{\text{H}_2\text{O}_2} = 1 \cdot 10^5 \text{ моль}/(\text{л} \cdot \text{атм})$ . Давление принять равным 1 атм. Плотность воды - 1000 г/л.

6. *Задача.* Оцените мольное соотношение и общую массу диоксида серы и оксида азота, поступающих в атмосферу в течение суток с выбросами тепловой электростанции, работающей на угле. Содержание серы в угле равно 1,5% (мас.). В сутки на станции сжигается 10 тыс. т угля. Концентрация оксида азота в газовых выбросах составляет  $150 \text{ млн}^{-1}$ . Для сжигания угля используется стехиометрически необходимое количество воздуха. При оценке принять, что уголь состоит из углерода и содержит в качестве примеси только серу.

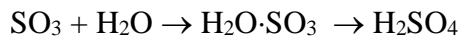
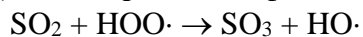
7. Какие из приведенных механизмов превращения диоксида серы в серную кислоту доминируют в тропосфере:

а) фотохимические реакции:

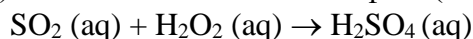


б) адсорбция  $\text{SO}_2$  на атмосферных частицах (оксиды хрома, алюминия, железа и др.) с последующим окислением;

в) инициированные фотохимические реакции:



г) окисление  $\text{SO}_2$  в жидкой фазе (в дождевых каплях):



8. *Контрольный вопрос.* Какие процессы могут протекать при окислении выхлопных газов автомобилей в атмосферном воздухе? Что такое ПАН? Приведите уравнения реакций.

9. *Задача.* Оцените время полувыведения оксида азота из атмосферного воздуха при его окислении: а) кислородом; б) озоном. Какой из этих окислителей вносит основной вклад в процесс вывода NO из атмосферы, если концентрации газов составляют: NO –  $10^{10} \text{ см}^{-3}$ ;  $\text{O}_2$  - 20,95% (об.);  $\text{O}_3$  -  $15 \text{ млрд}^{-1}$ ?

Константы скоростей реакций окисления оксида азота кислородом и озоном равны соответственно:  $k_k = 1,93 \cdot 10^{-38} \text{ см}^6 \cdot \text{мол.}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$  и  $k_o = 1,8 \cdot 10^{-14} \text{ см}^3 \cdot \text{мол.}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ .

10. Дистанционное детектирование диоксида азота, как значимого загрязнителя атмосферы, проводят с помощью:

а) лидаров (лазерных спектрометров);

б) хроматографов;

в) хромато-масс-спектрометров;

г) атомно-абсорбционных спектрометров;

д) фотометра;

е) флуориметра.



**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-1.3.)**

1. *Контрольный вопрос.* Растворение осадков гидроксидов тяжелых металлов вследствие хелатообразования.
2. *Контрольный вопрос.* Растворение осадков карбонатов тяжелых металлов вследствие хелатообразования.
3. *Задача.* Расчетным путем показать в каком виде: гидратированных или комплексных ионов - присутствует медь в сточных водах, если значение pH равно 11,0, общее содержание меди составляет 5мг/л, этилендиаминтетрауксусная кислота присутствует в избытке - 200мг/л (данные представлены для кристаллогидрата динатриевой соли  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_8\text{N}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  с молярной массой 372г/моль).
4. *Задача.* Осадок гидроксида свинца ( $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ) растворяется за счет хелатообразования. В качестве комплексообразующего реагента выступает нитрилотриуксусная кислота, содержание которой в растворе составляет 25 мг/л в пересчете на нитрилотриацетат натрия ( $\text{N}(\text{CH}_2\text{COONa})_3$ ;  $M=257$  г/моль). Определить равновесное содержание двухвалентного свинца в растворе при  $\text{pH}=8,0$ .
5. *Задача.* Определить концентрацию  $\text{Pb}^{2+}$ , достаточную для образования осадка гидроксида свинца, если значение pH раствора равно 7,0.
6. *Задача.* Определить концентрацию  $\text{Pb}^{2+}$ , достаточную для образования осадка карбоната свинца, если значение pH раствора равно 7,0;  $[\text{alk}] = [\text{HCO}_3^-] = 1,0 \cdot 10^{-3}$  г-экв/л.
7. *Задача.* Раствор, содержание нитрилотриуксусной кислоты в котором составляет 25мг/л в пересчете на нитрилотриацетат натрия ( $\text{N}(\text{CH}_2\text{COONa})_3$ ;  $M=257$  г/моль), находится в равновесии с осадком карбоната свинца. Определить равновесное содержание двухвалентного свинца в растворе в результате комплексообразования при  $\text{pH}=7,0$ .
8. *Задача.* Оцените время полувыведения оксида азота из атмосферного воздуха при его окислении: а) кислородом; б) озоном. Какой из этих окислителей вносит основной вклад в процесс вывода NO из атмосферы, если концентрации газов составляют: NO -  $10^{10} \text{ см}^{-3}$ ;  $\text{O}_2$  - 20,95 % (об.);  $\text{O}_3$  - 15 млрд<sup>-1</sup>?  
Константы скоростей реакций окисления оксида азота кислородом и озоном равны соответственно:  $k_k = 1,93 \cdot 10^{-38} \text{ см}^6 \cdot \text{мол.}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$  и  $k_o = 1,8 \cdot 10^{-14} \text{ см}^3 \cdot \text{мол.}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ .
9. *Контрольный вопрос.* Напишите формулы фреонов Ф-123, Ф-11. Какой из этих фреонов более опасен для озонового слоя?
10. *Задача.* Определите концентрацию атомарного кислорода в состоянии  $\text{O}(^3\text{P})$  на высоте 20 км при условии динамического равновесия между процессами его образования (при фотоллизе озона и диоксида азота) и стока (при образовании озона). Концентрации озона и диоксида азота составляют:  $[\text{O}_3] = 1,5 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-3}$ ,  $[\text{NO}_2] = 3 \cdot 10^4 \text{ см}^{-3}$ . Коэффициенты фотодиссоциации озона и диоксида азота на высоте 20 км равны:  $J(\text{O}_3) = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ ;  $J(\text{NO}_2) = 4,4 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ . Константа скорости реакции образования озона в случае, когда третьим телом являются молекулы азота, определяется по уравнению:  
 $k = 6,2 \cdot 10^{-34} (\text{T}/300)^{-2} (\text{см}^6 \cdot \text{с}^{-1})$ , где Т - температура реакции.