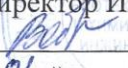


УТВЕРЖДАЮ
Директор ИБХИ


Вобликова Т.В.
« 01 » 09 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

Экологическая химия

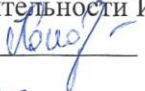
по направлению подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

направленности (профилю)

Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела обеспечения
деятельности ИБХИ


Т.Н. Кондратьева

« 30 » 08 20 23 г.

Разработал

Доцент кафедры ФПХ

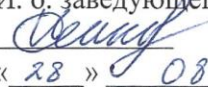

И.В. Летенкова

« 25 » 08 20 23 г.

Принято на заседании кафедры

Протокол № 11/1 от « 28 » 08 20 23 г.

И. о. заведующего кафедрой


В.А. Исаков

« 28 » 08 20 23 г.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цели учебной дисциплины:

1. Формирование у студентов знаний

- об основных природных и антропогенных источниках загрязнений окружающей среды (ОС),
- о важнейших физико-химических превращениях загрязняющих веществ (ЗВ) в ОС;
- о влиянии загрязнений на экологическое равновесие, об экологических проблемах, которые они вызывают.

Задачи учебной дисциплины:

- а) изучение физико-химических процессов с участием загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосфере;
- б) изучение физико-химических процессов с участием ЗВ в гидросфере;
- в) изучение физико-химических процессов с участием ЗВ в почве.

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Экологическая химия» относится к обязательной части учебного плана по направлению подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность, направленность (профиль) «Комплексное управление техносферной безопасностью и защита в чрезвычайных ситуациях».

Учебная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин (модулей):

- «Химия»,
- «Аналитическая химия».

Данная дисциплина является необходимым для будущей профессиональной деятельности и изучения последующих дисциплин «Экологическая токсикология», «Экологизация технологий и безотходные производства», «Нормирование и оценка воздействия на окружающую среду».

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

ПК-2. Способность разрабатывать проекты и программы внедрения мероприятий по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности предприятия с учетом специфики производства, предупреждающие возникновение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

Результаты освоения учебной дисциплины:

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
ПК-2 – Способность разрабатывать проекты и программы внедрения мероприятий по охране ОС и обеспечению экологической безопасности предприятия с учетом специфики производ-	ПК-2.1 Знать методы и средства обеспечения экологической безопасности; особенности воздействия различных отраслей деятельности человека на ОС; принципы обращения с отходами и токсичными	ПК-2.2 Уметь анализировать основные направления повышения экологической безопасности предприятия с учетом специфики производства; оценивать состояние природной среды и уровень техногенной нагрузки;	ПК-2.3 Владеть методами оценки качества среды; практическими приемами и методами проведения экологических исследований для оценки воздействия

ства, предупреждающие возникновение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	веществами; методы и средства экологизации технологий и инженерную защиту ОС; функции техногенных систем как источников воздействия на человека и ОС	выявлять негативные аспекты воздействия токсикантов и отходов производства на ОС и здоровье человека; разрабатывать проекты и программы внедрения мероприятий по охране ОС и обеспечению экологической безопасности	на ОС; методами качественного и количественного оценивания экологического риска
---	--	---	---

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины (модуля)

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) для очной формы обучения:

Части учебной дисциплины (модуля)	Всего	Распределение по семестрам
		5 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	4	4
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	56	56
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) (при наличии)	–	–
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	88	88
5. Промежуточная аттестация (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	ДЗ	Дифференцированный зачет

4.2 Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Место экологической химии в системе наук об окружающей среде

Раздел 2 Физико-химические процессы в атмосфере

2.1 Состав и строение атмосферы.

2.2 Приоритетные газообразные загрязнители атмосферы.

2.3 Дисперсные системы в тропосфере.

Раздел 3 Физико-химические процессы в гидросфере

3.1 Состав природных вод. Процессы формирования состава природных вод.

3.2 Процессы самоочищения водных экосистем.

Раздел 4 Физико-химические процессы в почве

4.1 Состав почв. Органические вещества почвы.

4.2. Приоритетные загрязнители почв и их превращения в ОС.

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)				Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР			
Раздел 1 Место экологической химии в системе наук об окружающей среде							
1.1	Место экологической химии в системе наук об окружающей среде	1	–	–	–	4	ДЗ 1
Раздел 2 Физико-химические процессы в атмосфере							
2.1	Состав и строение атмосферы	2	1	–	–	4	ДЗ 2
2.2	Приоритетные газообразные загрязнители атмосферы	6	1	3	2	12	Защита ЛР 1, ДЗ 3
2.3	Дисперсные системы в тропосфере	2	1	–	1	10	КР 1
Раздел 3 Физико-химические процессы в гидросфере							
3.1	Состав природных вод. Процессы формирования состава природных вод	4	1	9	1	16	Защита ЛР2-ЛР4, ДЗ 4,ДЗ 5
3.2	Процессы самоочищения водных экосистем	6	1	–	1	12	ДЗ 6, КР 2
Раздел 4 Физико-химические процессы в почве							
4.1	Состав почв. Органические вещества почвы	4	1	6	2	18	Защита ЛР5- ЛР8
4.2	Приоритетные загрязнители почв и их превращения в ОС	3	1	3	1	12	ДЗ 7
	Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет					
	ИТОГО	28	7	21	8	88	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

1. Расчет количества вредных веществ, поступающих в атмосферу от автомагистрали.
2. Определение физических показателей качества воды.
3. Определение главных ионов в природной воде.
4. Показатели загрязнения природной воды органическими соединениями.
5. Определение содержания гумуса в почве методом Тюрина.
6. Определение емкости катионного обмена почвы.
7. Определение обменной и гидролитической кислотности почвы.
8. Изучение адсорбции ионов меди (II) почвой фотоколориметрическим методом.

4.4.2 Перечень тем курсовых работ

Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены учебным планом.

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
Раздел 1 Место экологической химии в системе наук об окружающей среде		
1.	Предмет экологической химии. Химическое загрязнение ОС: вредные вещества, ксенобиотики. Меры токсичности веществ: ПДК, ДСД, ЛД, ЛК, классы опасности вредных веществ. Критерии изучения загрязнителей. Приоритетные загрязнители (лекция-презентация).	1
Раздел 2 Физико-химические процессы в атмосфере		
2.	Состав и строение атмосферы. Квазипостоянные компоненты, «активные» примеси, атмосферное давление, вертикальная структура атмосферы. Температурная инверсия. Виды температурных инверсий: глобальные и локальные температурные инверсии. Устойчивость атмосферы (лекция-презентация).	2

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
Раздел 2 Физико-химические процессы в атмосфере		
3.	Приоритетные газообразные загрязнители атмосферы. Механизм фотохимических реакций. Соединения азота в тропосфере: источники и стоки оксидов азота в тропосфере, основные процессы, приводящие к образованию азотной кислоты и нитратов. Фотохимический смог (лекция-презентация).	2
4.	Превращение соединений серы в тропосфере: источники и стоки диоксида серы в тропосфере, газофазное, жидкофазное окисление и окисление на поверхности твердых частиц, основные процессы, приводящие к образованию серной кислоты и сульфатов. Кислотные осадки (лекция-презентация).	2
5.	Моноксид углерода: источники поступления в атмосферу и стоки. Метан: природные, квазиприродные и антропогенные источники поступления в атмосферу и стоки (лекция-презентация).	1
6.	Образование и разрушение озона в стратосфере: нулевой цикл, водородный цикл, азотный цикл, хлорный цикл, бромный цикл (лекция-презентация).	1
7.	Дисперсные системы в тропосфере. Номенклатура и особенности тропосферного аэрозоля. Относительная устойчивость аэрозолей. Химический состав тропосферного аэрозоля (лекция-презентация).	2
Раздел 3 Физико-химические процессы в гидросфере		
8.	Состав природных вод. Классификация природных вод по составу. Основные процессы формирования состава природных вод: растворение газов, растворение твердых веществ. Жесткость природных вод (лекция-презентация).	2
9.	Карбонатная система и pH атмосферных осадков. Растворимость карбонатов и pH поверхностных и подземных вод. Распределительная диаграмма карбонатной системы. Щелочность природных вод (лекция-презентация).	2
10.	Процессы самоочищения водных экосистем. Физические процессы самоочищения природных вод: осаждение взвешенных частиц, распределение загрязняющих веществ в водоеме в результате перемешивания. Физико-химические процессы на границе раздела фаз: испарение, адсорбция. Химическое самоочищение водной среды: гидролиз; окисление ЗВ. Микробиологическое окисление (лекция-презентация).	6
Раздел 4 Физико-химические процессы в почве		
12.	Состав почвы. Гипергенез и почвообразование. Типы почв. Механический состав почв. Элементный состав почв. Органические вещества почвы: неспецифические органические соединения, специфические гумусовые соединения почв, органоминеральные соединения (лекция-презентация).	2
13.	Поглотительная способность почв. Пять видов поглотительной способности почв. Катионообменная способность почв. Емкость катионного обмена почвенного поглотительного комплекса. Щелочность и кислотность почв. Потенциальная щелочность и кислотность почв. Актуальная щелочность и кислотность почв. Обменная и гидролитическая кислотность почв (лекция-презентация).	2
14.	Приоритетные загрязнители почв и их превращения в ОС. Основные источники и стоки загрязняющих веществ в почве. Негативное воздействие минеральных удобрений на почвенные экосистемы. ТМ в почвах и почвенных компонентах. Пестициды: воздействие на живые организмы. Загрязнение почв нефтепродуктами. Процессы самоочищения почв: испарение и десорбция газов, химические и биохимические превращения загрязнителей (лекция-презентация).	3
	ИТОГО	28

№ п/п	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоем- кость, в АЧ
Раздел 2 Физико-химические процессы в атмосфере		
1.	Способы выражения концентраций газообразных примесей в атмосфере: объемные доли, объемные проценты, молярная концентрация, молярные доли (млн^{-1} , млрд^{-1}) мг/м^3 , см^{-3} (работа в группе).	1
2.	Окисление соединений азота и серы в атмосфере (работа в группе)	1
3.	Фотохимический смог. Образование и разрушение озона в тропосфере. Стационарная концентрация озона в тропосфере (работа в группе).	1

№ п/п	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость, в АЧ
Раздел 3 Физико-химические процессы в гидросфере		
4.	Формирование состава природных вод. Процессы растворения газов в природных. Процессы растворения твердых веществ в природных водах (работа в группе).	1
5.	Карбонатная система и pH атмосферных осадков. Щелочность природных вод. Взаимосвязь между щелочностью природных вод и составом карбонатной системы (работа в группе).	1
6.	Процессы самоочищения природных вод (работа в группе).	1
Раздел 4 Физико-химические процессы в почве		
7.	Гумусовые вещества почвы. Емкость катионного обмена (ЕКО) почвенно-поглощающего комплекса (работа в группе).	1
ИТОГО		7

Рекомендации к проведению практических занятий

1) Работа в группе

1. Тема ПЗ: Способы выражения концентраций газообразных примесей в атмосфере: объемные доли, объемные проценты, молярная концентрация, молярные доли и др.

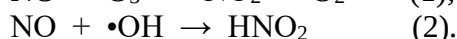
1) В восьмидесятых годах 20-ого века среднегодовая концентрация диоксида углерода в атмосфере, приведенная к температуре 273 К и давлению воздуха 101,3 кПа, достигла 340 млн⁻¹. Определите значения концентрации CO₂ в %(об.), см⁻³, моль/л, мг/м³ и парциальное давление CO₂ в Па при средней температуре воздуха вблизи поверхности Земли (288 К).

2) Масса атмосферы оценивается величиной 5·10¹⁴ т. Определите количество кислорода в атмосфере в кг в допущении что атмосфера состоит только из таких «квазипостоянных» компонентов, как азот, кислород и аргон, а их объемная концентрация соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы (φ(N₂) = 78,11% (об.); φ(O₂) = 20,95% (об.); φ(Ar) = 0,94% (об.)).

3) Во сколько раз число 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?

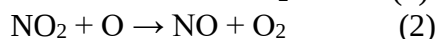
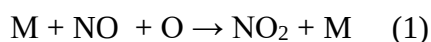
2. Тема ПЗ: Окисление соединений азота и серы в атмосфере

1) Окисление оксида азота (II) может протекать при взаимодействии с озоном и с гидроксильным радикалом:



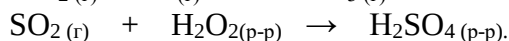
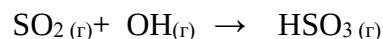
Вычислите и сравните скорости этих реакций, если константы скорости реакций равны $k_1 = 1,8 \cdot 10^{-14} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$; $k_2 = 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ соответственно. Концентрация гидроксильного радикала составляет 5·10⁶ см⁻³, C(NO) равна 1,5 млрд⁻¹, C(O₃) составляет 15 млрд⁻¹. T = 288K, p = 101325 Па.

2) Какое было бы соотношение концентраций NO и NO₂ в равновесной системе на высоте 11 км, если их взаимную трансформацию можно было бы ограничить следующими реакциями:



Константы скоростей реакций (1) и (2) на этой высоте равны соответственно: $k_1 = 8 \cdot 10^{-32} \text{ см}^6 \cdot \text{с}^{-1}$, если M – молекулы кислорода; $k_2 = 1 \cdot 10^{-12} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$.

3) Определите соотношение скоростей процессов газофазного и жидкофазного окисления диоксида серы при условии, что основной вклад в эти процессы вносят следующие реакции:



Константы скоростей реакций окисления равны: $k_1 = 9 \cdot 10^{-13} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$; $k_2 = 1 \cdot 10^3 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$. Концентрации примесей в газовой фазе составляют: [OH] = 5 · 10⁶ см⁻³; [SO₂] = 10⁻⁴%(об.);

$[H_2O_2] = 10^{-7}\%$ (об.). Расчеты провести для атмосферного воздуха, имеющего температуру 25°C и содержащего: а) 0; б) 0,0001; в) 0,01 г свободной воды в каждом литре воздуха. Считать, что при растворении в воде концентрация диоксида серы в газовой фазе не меняется. Газы считать идеальными и подчиняющимися закону Генри. Давление принять равным 1 атм.

3. Тема ПЗ: Фотохимический смог. Образование и разрушение озона в тропосфере. Стационарная концентрация озона в тропосфере

1) В стационарных условиях концентрация тропосферного озона определяется соотношением: $C(O_3) = J \cdot C(NO_2) / k \cdot C(NO)$, где J – коэффициент фотодиссоциации NO_2 , $J = 7,2 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$; k – константа скорости реакции окисления NO озоном, $k = 1,8 \cdot 10^{-14} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$. Типичное для воздуха городов соотношение $C(NO_2):C(NO) = 0,3$. Вычислите концентрацию озона в этих условиях в млрд^{-1} , а также концентрацию озона при условии, что до установления стационарного состояния происходила конверсия NO в NO_2 по реакции: $NO + HO_2 \cdot \rightarrow NO_2 + HO \cdot$. Степень превращения NO составила 40%.

2) Оцените, во сколько раз скорость связывания атомарного кислорода в реакции синтеза озона выше, чем в реакции разрушения озона, когда эти процессы протекают при нормальном атмосферном давлении у поверхности Земли. Концентрация озона в приземном воздухе составляет $4 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$. Константа скорости образования озона $k_{\text{обр}} = 6,9 \cdot 10^{-34} \text{ см}^6 \cdot \text{с}^{-1}$, если третье тело – молекулы кислорода. Константа скорости процесса разрушения озона при взаимодействии с атомарным кислородом $k_{\text{гиб}} = 8,4 \cdot 10^{-15} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$.

3) Определите концентрацию атомарного кислорода в состоянии $O(^3P)$ на высоте 20 км при условии динамического равновесия между процессами его образования (при фотолизе озона и диоксида азота) и стока (при образовании озона). Концентрации озона и диоксида азота составляют: $[O_3] = 1,5 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-3}$, $[NO_2] = 1,0 \cdot 10^4 \text{ см}^{-3}$. Коэффициенты фотодиссоциации озона и диоксида азота на высоте 20 км равны: $J(O_3) = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$; $J(NO_2) = 4,4 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$. Константа скорости реакции образования озона в случае, когда третьим телом являются молекулы азота, определяется по уравнению: $k = 6,2 \cdot 10^{-34} (300/T)^2 \text{ см}^6 \cdot \text{с}^{-1}$, где T – температура реакции.

4. Тема ПЗ: Формирование состава природных вод. Процессы растворения газов в природных. Процессы растворения твердых веществ в природных водах

1) В сточной воде животноводческого комплекса содержание аммиака в 2 раза превышает ПДК = 0,05 мг/л. Температура сточной воды равна 28°C . Определите содержание NH_3 в воздухе над поверхностью сточной воды, если $K_r(NH_3) = 23,73 \text{ моль}/(\text{л} \cdot \text{атм})$. Будет ли превышено значение ПД_{м.р.} в атмосфере населенного пункта, равное для NH_3 0,2 мг/м³?

2) Какой из минералов, не содержащих примесей, – гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) или ангидрит ($CaSO_4$) – более устойчив в водном растворе: а) при нормальном атмосферном давлении и температуре 25°C ; б) при нормальном атмосферном давлении и температуре 90°C ?

3) ПДК ионов свинца в питьевой воде составляет 0,03 мг/л. Будет ли превышено значение ПДК при растворении в природной воде минерала церуссита $PbCO_3$, если в ней содержатся ионы, не связывающие Pb^{2+} и CO_3^{2-} , создающие ионную силу 0,05 моль/л. $T = 298\text{K}$; $p = 101325 \text{ Па}$. Считайте, что природная вода будет представлять насыщенный раствор $PbCO_3$.

5. Тема ПЗ: Карбонатная система и pH атмосферных осадков. Щелочность природных вод. Взаимосвязь между щелочностью природных вод и составом карбонатной системы

1) Проба природной воды имеет щелочность, равную 1,1 ммоль/л; значение pH этой воды равно 6; температура 298K. Оцените концентрации компонентов карбонатной системы в данной пробе. Каким будет парциальное давление диоксида углерода в воздухе, находящемся в равновесии с этой водой? Какими будут концентрации компонентов карбонатной системы в этой воде, если контакт с воздухом будет нарушен (прекратится поступление CO_2), а в результате протекания фотосинтеза pH станет равным 10? Процессы осаждения или растворения карбонатов в системе не происходило. Принять коэффициенты активности компонентов карбонатной системы равными единице.

2) Какое количество мг/л органических соединений условной формулы $\{CHO\}$ могло образоваться в водоеме в процессе фотосинтеза. Если был нарушен контакт с воздухом и карбонатными породами, растворения или выделения карбоната кальция не происходило? В исходном растворе с $pH=6$ щелочность воды составляла $Щ = 1,1$ ммоль/л. В процессе фотосинтеза pH увеличился до значения $pH=10$. Процесс протекал при нормальном давлении и температуре 298К.

3) Какую жесткость и щелочность будут иметь поверхностные воды, находящиеся в равновесии с атмосферным воздухом, в котором среди "активных" примесей присутствует лишь диоксид углерода, и карбонатными породами, состоящими из кальцита ($CaCO_3$)? Концентрация диоксида углерода в воздухе равна 600 млн^{-1} , температура равна 298К, общее давление воздуха – 101,3 кПа, парциальное давление паров воды – 3160 Па. При оценке принять, что коэффициенты активности всех компонентов равны единице.

6. Тема ПЗ: Процессы самоочищения природных вод

1) В результате аварии по поверхности водоема растекся гексан. Давление насыщенного пара гексана при 20°C, 30°C и 40°C равно 15998,6 Па, 24798,0 Па и 37063,6 Па соответственно. Определите давление насыщенного пара гексана при температуре 15°C графическим методом. Вычислите скорость испарения гексана при 15°C по формуле А.В. Лыкова, если скорость ветра равна 1м/с. Плотность воздуха при 0°C равна $1,29 \text{ кг/м}^3$, вязкость воздуха при 15°C равна $18 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$, диаметр пятна, образованного гексаном на поверхности воды, равен 100м.

2) Вычислите период полупревращения, степень гидролиза и концентрацию метилхлорацетата ($ClCH_2COOCH_3$) при $T = 298\text{К}$ в непроточном водоеме с $pH = 6,9$ через: а) 1 час; б) 1сутки после его поступления в водоем, если его исходная концентрация составляла 0,001 мг/л. Константы скорости гидролиза метилхлорацетатата приведены в таблице.

3) Время полного окисления толуола в пруду с естественной аэрацией составило 80 суток. Рассчитайте константу скорости биоокисления k^* толуола в этом пруду, а также его концентрацию через 30 суток, если исходная концентрация толуола равна 50 мкг/л.

7. Тема ПЗ: Гумусовые вещества почвы. Емкость катионного обмена (ЕКО) почвенно-поглощающего комплекса

1) Чистый гумус имеет 50 смоль карбоксильных групп на 1кг, причем все они имеют $pK_d = 5,0$. Рассчитайте заряд, связанный с гумусом, при $pH = 3$, $pH = 4$, $pH = 5$, $pH = 6$.

2) Доза меди, рекомендуемая для внесения в конкретную почву, составляет 115мг/кг почвы (дефицит меди приводит к снижению урожая). Если почва содержит 2,5% гумуса с отрицательным зарядом 65 смоль_{зар}/кг гумуса и вся медь прочно связывается гумусом при образовании хелатных комплексов, какая доля заряда гумуса нейтрализуется?

3) В 100г дерново-подзолистой почвы в поглощённом состоянии содержится 240 мг подвижного кальция, 26 мг магния, 3,6мг аммония, 1 мг подвижного водорода и 2,7 мг алюминия. Рассчитайте ЕКО.

№	Темы лабораторных работ (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
Раздел 2 Физико-химические процессы в атмосфере		
1.	Расчет количества вредных веществ, поступающих в атмосферу от автомагистрали (работа в мини-группах).	2
Раздел 3 Физико-химические процессы в гидросфере		
2.	Определение физических показателей качества воды (работа в мини-группах).	2
3.	Определение главных ионов в природной воде (работа в мини-группах).	3

№	Темы лабораторных работ (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
Раздел 3 Физико-химические процессы в гидросфере		
4.	Показатели загрязнения природной воды органическими соединениями(работа в мини-группах).	3
Раздел 4 Физико-химические процессы в почвах		
5.	Определение содержания гумуса в почве методом И.В. Тюрина (работа в мини-группах).	2
6.	Определение емкости катионного обмена почвы (работа в мини-группах).	3
7.	Определение обменной и гидролитической кислотности почв (работа в мини-группах).	3
8.	Изучение адсорбции ионов меди (II) почвой фотоколориметрическим методом (работа в мини-группах).	3
ИТОГО		21

Рекомендации к проведению лабораторных работ

Лабораторная работа – это основной вид учебных занятий, направленный на экспериментальное подтверждение теоретических положений. В процессе лабораторного занятия учащиеся выполняют одну или несколько лабораторных работ под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

В ходе лабораторных работ у учащихся формируются практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, оформлять результаты).

Лабораторные работы как вид учебной деятельности проводятся в специально оборудованных лабораториях.

Необходимые структурные элементы лабораторного занятия:

- инструктаж, проводимый преподавателем;
- самостоятельная деятельность учащихся;
- оформление отчета по ЛР;
- защита ЛР.

Форма организации учащихся при проведении лабораторных работ – в мини-группах. Работа выполняется бригадами (звеньями) по 2-3 человека. Результаты выполнения лабораторных работ оформляются учащими в виде отчета, форма и содержание которого определяются соответствующими методическими указаниями. Оценки за выполнение лабораторных работ являются одними из показателей текущей успеваемости учащихся по учебной дисциплине.

Содержание отчета по ЛР:

1. цель работы;
2. уравнения исследуемых реакций;
3. результаты измерений, оформленные в виде таблиц;
4. расчеты и полученные графические зависимости;
5. определение физико-химических констант графическими методами;
6. выводы.

Вопросы и задания для самоконтроля

1) Тема ЛР: Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработавшими газами автотранспорта

1. Каково воздействие автотранспортных средств на окружающую среду в процессе их эксплуатации?
2. По каким критериям вещества относят к приоритетным загрязнителям?
3. Какие из приоритетных загрязнителей воздуха содержатся в ОГ автотранспорта?

4. Какую опасность для здоровья человека и окружающей среды представляет повышенная концентрация в воздухе монооксида углерода CO, оксидов азота NO_x, диоксида серы SO₂, углеводородов C_xH_y, формальдегида, сажи, бенз(а)пирена?

5. Что такое предельно допустимая концентрация (ПДК) вещества? В чем отличие максимально разовой ПДК_{м.р.} от среднесуточной ПДК_{с.с.}?

6. Какая существует зависимость между видом моторного топлива и химическим составом ОГ?

7. Содержание угарного газа в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями не должно превышать 4,5% по объему. Соответствует ли режим работы двигателя указанной норме, если при пропуске 25 л выхлопных газов (содержащих по объему CO₂ вдвое больше, чем CO) через 18,5 мл 10% раствора гидроксида натрия произошло полное насыщение раствора?

8. В отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями содержится до 230 млн⁻¹ метана. Вычислите концентрацию метана в отработавших газах в моль/л, мг/м³, см⁻³. Температура равна 298К, давление – 101325 Па.

9. Каковы особенности фотохимического смога?

10. Какие компоненты фотохимического смога обуславливают его свойства?

11. Каков механизм образования озона в составе фотохимического смога?

12. Какого максимального значения могут достигнуть концентрация и парциальное давление озона в приземном воздухе, если он образовался при окислении метана в присутствии оксидов азота по схеме:



Концентрация CH₄ равна 1,7 млн⁻¹. При оценке следует считать, что озон из атмосферы не выводится. Ответ дайте в см⁻³, мг/м³, млн⁻¹ и Па. Температура воздуха 20°C, давление 710 мм рт. ст.

13. Каков механизм образования пероксиацилнитратов в составе фотохимического смога?

14. Как тип городской застройки и продольный уклон местности влияют на степень загрязнения воздуха автотранспортом?

15. Как климатические параметры (скорость ветра, относительная влажность воздуха и др.) влияют на концентрацию загрязняющих веществ в воздухе?

16. Какими способами можно добиться снижения токсичности выхлопных газов автотранспорта?

2) Тема ЛР: Определение физических показателей качества воды

1. Перечислите физические показатели качества воды.

2. Какие примеси окрашивают воду в желтоватый цвет?

3. Значения каких показателей позволяют судить (косвенным образом) о минерализации воды?

4. Что называют удельной электрической проводимостью? В каких единицах она измеряется?

5. От каких факторов зависит удельная электропроводность?

6. Что называют молярной электрической проводимостью? В каких единицах она измеряется?

7. Какова взаимосвязь между удельной и молярной электропроводностью?

8. Молярная электропроводность 0,5 моль·л⁻¹ раствора K₂SO₄ при 25°C равна 162,7 См·см²·моль⁻¹. Вычислите удельную электропроводность раствора при этой температуре.

9. Удельная электропроводность 0,5 моль·л⁻¹ раствора KCl при 18°C равна 5,12. См·м⁻¹. Температурный коэффициент удельной электропроводности равен 0,0208 К⁻¹. Вычислите эквивалентную электропроводность этого раствора при 20°C.

3) Тема ЛР: Определение главных ионов в природной воде

1. Какие ионы, содержащиеся в природной воде, называют главными?

2. По каким признакам классифицируют природные воды?

3. Какие из главных ионов обуславливают жесткость воды?

4. Какая из природных вод («а» или «б») является более жесткой:

а) вода содержит 20,4 мг/дм³ ионов Ca²⁺ и 5,8 мг/дм³ ионов Mg²⁺;

б) вода содержит 44,0 мг/дм³ ионов Ca²⁺ и 2,0 мг/дм³ ионов Mg²⁺.

5. На сколько молей уменьшится равновесное содержание диоксида углерода в каждом литре верхнего слоя воды природного водоема при увеличении температуры приземного воздуха с 0 до 25°C, если концентрация CO₂ равна 0,035%, давление воздуха равно 1 атм. Парциальным давлением паров воды можно пренебречь. $K(\text{CO}_2)_{273} = 7,65 \cdot 10^{-2}$ моль/(л·атм). $K(\text{CO}_2)_{298} = 3,3 \cdot 10^{-2}$ моль/(л·атм).

6. Какая из природных вод («а» или «б») является более агрессивной по отношению к минералу гиббситу Al(OH)₃:

а) $a_1(\text{Al}^{3+}) = 10^{-4}$; $a_1(\text{OH}^-) = 10^{-7}$;

б) $a_2(\text{Al}^{3+}) = 10^{-5}$; $a_2(\text{OH}^-) = 10^{-6}$.

7. Проба природной воды имеет щелочность, равную 1,5 ммоль/дм³, значение pH этой воды равно 7, температура 298К. Оцените концентрацию компонентов карбонатной системы в данной пробе. Каким будет парциальное давление диоксида углерода в воздухе, находящемся в равновесии с этой водой?

8. Природная вода содержит 180 мг/дм³ гидрокарбонат-ионов, значение pH этой воды равно 8,5, температура 298К. Оцените концентрацию компонентов карбонатной системы в данной пробе.

4) Тема ЛР: Определение показателей загрязнения воды органическими соединениями

1. Какие показатели характеризуют загрязнение природной воды органическими соединениями?

2. Вычислите степень насыщения природной воды кислородом при температуре 278 К, если концентрация кислорода равна 2 мг·дм⁻³. О чем свидетельствует низкая степень насыщения воды кислородом? $K(\text{O}_2)_{278} = 1,91 \cdot 10^{-3}$ моль·л⁻¹·атм⁻¹.

3. В результате каких процессов природная вода обогащается кислородом? Какие процессы приводят к уменьшению концентрации кислорода в природной воде?

4. Почему для характеристики степени загрязнения природной воды растворенными органическими соединениями используют косвенные показатели?

5. Что такое БПК? В чем состоит сущность экспериментального определения БПК?

6. Чем отличаются перманганатная окисляемость и ХПК?

7. Рассчитайте константу скорости биоокисления k^* , если экспериментально установлено, что БПК_{полн}, наблюдаемое на 21-ые сутки, равно 15 мгO₂/дм³, а БПК₅ – 6 мгO₂/дм³.

8. Время полного окисления (99%) органического вещества составляет 18 суток. Вычислите константу скорости биоокисления и отношение БПК₅ : БПК_{полн} в этом случае.

5) Тема ЛР Определение содержания гумуса в почве методом И. В. Тюрина

1. Классификация органических веществ почвы по Д. С. Орлову.

2. Перечислите основные классы неспецифических органических веществ почвы. Какие из них быстро минерализуются, а какие являются важнейшими гумусообразователями?

3. На какие группы делят специфические (гумусовые) вещества почвы?

4. К какому классу органических соединений относятся гумусовые кислоты?

5. На какие группы делят гумусовые кислоты? По каким признакам осуществляется это деление? Дайте определение каждой группе гумусовых кислот.

6. Каким образом осуществляется фракционирование гумусовых кислот?

7. Дайте сравнительную характеристику гуминовых и фульвеновых кислот по молярной массе, элементному составу и количеству функциональных групп (ммоль/100г почвы).

8. В чем состоит сущность экспериментального определения гумуса по методу И.В. Тюрина? Составьте уравнение реакции, протекающей при обработке навески почвы хромовой смесью.

9. Почва содержит 3,6% органического вещества. Вычислите процентное содержание С и N в почве, если органическое вещество содержит 60% С и массовое соотношение С:N равно 8:1.
10. Почва содержит 3,2% органического вещества. Вычислите процентное содержание С, О и N в почве, если органическое вещество содержит 64% С и массовое соотношение С:О:N равно 8:1,5:1.

6) Тема ЛР Определение емкости катионного обмена почвы

1. Перечислите виды поглощательной способности почв. Кратко их охарактеризуйте.
2. Почему для почв характерна преимущественно катионообменная поглощательная способность?
3. Что такое почвенно-поглощающий комплекс?
4. Какие виды емкости катионного обмена используют для количественной характеристики катионообменной поглощательной способности почв?
5. От каких факторов зависит ЕКО?
6. В чем заключается сущность метода определения ЕКО?
7. В 100 г почвы в поглощенном состоянии содержится 240 мг подвижного кальция, 48 мг магния, 4,5 мг аммония, 1,2 мг подвижного водорода и 2,7 мг алюминия. Определите ЕКО почвы (смоль (р⁺)/кг почвы).
8. ЕКО почвы составляет 30 смоль(р⁺)/кг. 60% ЕКО обусловлены ионами Н⁺ и Al³⁺. Рассчитайте количество извести (гCaCO₃/кг почвы) необходимое для нейтрализации этой обменной кислотности.

7) Тема ЛР Определение обменной и гидролитической кислотности почвы

1. Какие виды кислотности и щелочности различают по формам проявления кислотных и щелочных свойств?
2. Как определяют актуальную кислотность и щелочность почв?
3. Какие органические и минеральные вещества обуславливают кислотность почв?
4. Какие анионы вносят наибольший вклад в щелочность почв?
5. Чем потенциальная кислотность почв отличается от актуальной?
6. Обменную кислотность почвы определяют при воздействии на почву раствора хлорида калия. Приведите примеры реакций обмена, протекающих при обработке почвы 1н. раствором KCl.
7. Каким образом определяют гидролитическую кислотность почв? Почему гидролитическая кислотность почвы больше, чем обменная?
8. Для понижения кислотности почву подвергают известкованию. В результате известкования почвы в ней протекают химические реакции. Приняв, что ионы водорода вступают в реакцию с CaCO₃ только в стехиометрическом соотношении 2:1, рассчитайте объём газа (при нормальных условиях), который выделяется при обработке 250л грунтовой воды с pH = 3,3 избытком CaCO₃.

8) Тема ЛР Изучение адсорбции ионов меди (II) почвой фотоколориметрическим методом

1. Какие факторы влияют на величину удельной адсорбции? Как проявляется их действие?
 2. Что понимают под поглощательной способностью почв?
 3. Какие виды поглощательной способности почв существуют?
 4. Каков физический смысл констант в уравнении Ленгмюра?
 5. В чем состоит сущность графического метода определения констант в уравнении Ленгмюра?
 6. Уголь А адсорбирует из водных растворов солянокислый хинин при малых концентрациях хуже, а при больших концентрациях – лучше, чем уголь В. Начертите изотермы адсорбции для угля А и угля В.
 7. При изучении адсорбции брома углем из воды были получены следующие данные:
- | | | | | |
|----------------|---------|---------|---------|---------|
| С, моль/л | 0,00259 | 0,00669 | 0,00708 | 0,02975 |
| Г, моль/г..... | 3,10 | 4,27 | 5,44 | 6,80. |

Определите константы в уравнении Ленгмюра графическим методом.

8. Для изучения адсорбции ионов поливалентных металлов в почве к навеске почвы массой 20 прилили 100 мл 0,1н раствора $ZnSO_4$ и оставили до установления равновесия. Почву отфильтровали. На титрование 20 мл фильтрата затратили 32 мл 0,05н. раствора трилона Б. Рассчитайте удельную адсорбцию ионов Zn^{2+} в почве в мг на 100г почвы.

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины (модуля)

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины (модуля)

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечения учебной дисциплины (модуля) представлено в Приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения	
1.	Учебные аудитории для проведения занятий	Аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска); Помещение для самостоятельной работы (наличие компьютера, выход в Интернет) Оборудованная лаборатория Вытяжные шкафы – 2; лабораторные столы: 8 островных и 4 пристенных; шкафы с лабораторной посудой – 2; мойки – 3; термостат водяной – 1; аналитические весы – 1; технические весы быстрого взвешивания РЗ-200 – 2; иономер «Анион-7020» – 1; рефрактометр ПЭ-5200 – 2; фотоэлектроколориметр КФК-3 – 1; электроплитки – 4	
2.	Мультимедийное оборудование	проектор, компьютер, экран	
3.	Программное обеспечение		
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Антиплагиат. Вуз. *		Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ	29.01.2021
MS Office 365		Безвозмездно передаваемое ВУЗам	-
Adobe Acrobat		свободно распространяемое	-
Teams		свободно распространяемое	-
Skype		свободно распространяемое	-
Zoom		свободно распространяемое	-
«Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Education Renewal. 250-499 Node I year License» /1 год *		Договор №158/ЕП(У)22-ВБ	21.09.2022
* отечественное производство			

Приложение А
(обязательное)
Фонд оценочных средств
учебной дисциплины Экологическая химия

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть – общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть – фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (экзаменационные билеты, вопросы к контрольной работе и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1.	Домашнее задание	По всем темам раздела 1 Место экологической химии в системе наук об окружающей среде. 2.1 Состав и строение атмосферы. 2.2 Приоритетные газообразные загрязнители атмосферы. 3.1 Состав природных вод. Процессы формирования состава природных вод. 3.2 Процессы самоочищения водных экосистем. 4.1 Состав почв. Органические вещества почвы.	70	ПК-2
2.	Защита лабораторных работ	2.1 Состав и строение атмосферы. 3.1 Состав природных вод. Процессы формирования состава природных вод. 3.2 Процессы самоочищения водных экосистем. 4.1 Состав почв. Органические вещества почвы.	90	
3.	Контрольная работа	По всем темам раздела 2 Физико-химические процессы в атмосфере. По всем темам раздела 3 Физико-химические процессы в гидросфере.	40	
<i>Промежуточная аттестация</i>				
4.	Дифференцированный зачет		–	
	ИТОГО		200	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

1) Домашнее задание

Критерии оценки	Количество вариантов заданий
Полнота выполненного задания	По числу студентов в группе
Правильность расчетов, оформления решения	

Пример индивидуального домашнего задания по теме «Физико-химические процессы в гидросфере: процессы формирования состава природных вод»

1. Содержание кислорода в атмосфере составляет (мольные доли) $0,2095$; фоновые концентрации озона в приземном воздухе Северного полушария – $40 \cdot 10^{-9}$. Рассчитайте отношение концентраций этих аллотропических модификаций кислорода в воздухе и в воде при температуре 288K . При заданной температуре $K_{\text{Г}}(\text{O}_2) = 1,5 \cdot 10^{-3}$ моль/(л·атм); $K_{\text{Г}}(\text{O}_3) = 2,0 \cdot 10^{-2}$ моль/(л·атм).
2. Сколько миллиграммов ионов фтора может содержаться при $T = 298\text{K}$ в природной воде, находящейся в равновесии с флюоритом (CaF_2), не содержащим примесей, если в воде содержится хлорид натрия в концентрации $0,03\text{M}$? Сравните полученные значения с предельно допустимой концентрацией ионов фтора в водоемах рыбохозяйственного назначения, которая составляет ПДКр.х. = $0,75$ мг/л.
3. Какое значение pH следует ожидать у дождевой воды, находящейся в равновесии с атмосферным воздухом, содержащим $0,035\%$ (об.) диоксида углерода, $1,5$ млрд-1 диоксида серы и $1,2$ млрд-1 аммиака? Температура воздуха равна 298K , давление – $101,3$ кПа, парциальное давление паров воды принять равным $3,16$ кПа. Какой вклад (в %) вносят эти примеси в процесс закисления дождевой воды? $K_{\text{Г}}(\text{CO}_2) = 3,3 \cdot 10^{-2}$ моль/(л·атм); $K_{\text{Г}}(\text{SO}_2) = 5,34$ моль/(л·атм); $K_{\text{Г}}(\text{NH}_3) = 89,1$ моль/(л·атм).
4. Определите отношение активностей ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} в водоеме, интенсивно аэрируемом воздухом при давлении 95 кПа, $\text{pH} = 8,3$, температуре 25°C , парциальном давлении $p(\text{H}_2\text{O}) = 3160$ Па и относительной влажности воздуха 90% .

2) Защита лабораторных работ

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Грамотные ответы на контрольные вопросы	12	3-4
Правильные расчеты при выполнении расчетных заданий		

Пример задания для защиты ЛР «Показатели загрязнения природной воды органическими соединениями»

1. Что такое БПК? В чем состоит сущность экспериментального определения БПК?
2. Вычислите степень насыщения природной воды кислородом при температуре 298K , если концентрация кислорода равна $1,5$ мг·дм⁻³. О чем свидетельствует низкая степень насыщения воды кислородом? $K_{\text{Г}}(\text{O}_2)_{298} = 1,31 \cdot 10^{-3}$ моль·л⁻¹·атм⁻¹.
3. Рассчитайте константу скорости биоокисления k^* , если экспериментально установлено, что БПК_{полн}, наблюдаемое на 21-ые сутки, равно $3,0$ мгО₂/дм³, а БПК₅ – $1,0$ мгО₂/дм³.

3) Контрольная работа

Критерии оценки	Количество вариантов заданий
Количество правильных ответов	По числу студентов в группе
Правильность расчетов, оформления решения	
Работа с размерностями физико-химических величин	
Рациональное решение	

Пример варианта контрольной работы по теме «Физико-химические процессы в атмосфере»

1. Среднее содержание $\bullet\text{ОН}$ в тропосфере составляет $3 \cdot 10^6 \text{см}^{-3}$. Определите значения концентрации $\bullet\text{ОН}$ в мольных долях (млн.⁻¹), моль/л, мг/м³ и парциальное давление в Па при средней температуре воздуха вблизи поверхности Земли (288K) и атмосферном давлении.

2. Этилен, содержащийся в атмосфере, может быть окислен гидроксильным радикалом, озоном или атомарным хлором. Элементарные реакции имеют второй порядок. Константы скоростей этих реакций равны ($\text{см}^3 \cdot \text{молек}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$) $8,1 \cdot 10^{-12}$, $1,7 \cdot 10^{-18}$ и $3,0 \cdot 10^{-10}$ соответственно. Концентрации $\bullet\text{OH}$, O_3 и $\text{Cl}\bullet$ равны $1 \cdot 10^6$, 40 млрд $^{-1}$ и $1 \cdot 10^4 \text{ см}^{-3}$. Вычислите отношение скоростей этих реакций. Какая из реакций вносит наибольший вклад в окисление этилена?
3. Сток радикала $\text{ClO}\bullet$ может происходить при участии оксида азота (II) $\text{ClO}\bullet + \text{NO} \rightarrow \text{Cl}\bullet + \text{NO}_2$. Константа скорости этой реакции равна $1,7 \cdot 10^{-11} \text{ см}^3 \cdot \text{молек}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$, концентрация $\text{ClO}\bullet$ составляет $1 \cdot 10^8 \text{ см}^{-3}$. В загрязненной атмосфере содержание NO достигает 1 млрд $^{-1}$. Определите период полувыведения $\text{ClO}\bullet$ из атмосферы. Температура равна 298K, давление – 101325 Па.

4) Тест (итоговый) по всем разделам учебной дисциплины

Критерии оценки	Количество вариантов теста
Количество правильных ответов	15
Правильность расчетов при решении расчетных заданий	

Пример теста:

- Вещество может быть отнесено к приоритетным загрязнителям по одному из признаков:
 - склонность к деградации;
 - невозможность аналитического определения в ОС;
 - устойчивость в ОС;
 - локальные эпизодические выбросы.
- Явление локальной температурной инверсии в тропосфере обусловлено:
 - изменением солнечной активности;
 - изменением температурного градиента в тропосфере;
 - изменением альбеда поверхности Земли;
 - ростом выбросов углекислого газа.
- Основной причиной наличия оксидов азота в отходящих газах, образующихся при сжигании топлива на ТЭС, является:
 - окисление соединений азота, присутствующих в исходном топливе;
 - присутствие оксидов азота в воздухе, используемом для окисления;
 - окисление соединений азота в присадках, используемых для повышения эффективности процессов горения;
 - окисление азота воздуха в процессе горения.
- Газ, являющийся основной причиной образования кислотных осадков, это:
 - CO_2 ;
 - NO_x ;
 - SO_2 ;
 - N_2 .
- Озон в тропосфере – это:
 - парниковый газ;
 - сильнейший окислитель;
 - УФ«экран» планеты;
 - все приведенные выше утверждения являются правильными.
- Сколько частиц пыли присутствует в каждом кубическом метре воздуха при концентрации, равной ПДК для рабочей зоны, составляющей 6 мг/м^3 (принять: плотность пыли – 4 г/см^3 , диаметр частиц – 0,5 мкм, все частицы сферической формы)?
 - $23 \cdot 10^9$;
 - $6,0 \cdot 10^9$;
 - $6,0 \cdot 10^{14}$;
 - $2,3 \cdot 10^{15}$.

7. К главным ионам, доля которых в любых природных поверхностных водах превышает 95% от общей массы катионов или анионов, относятся следующие группы анионов и катионов (выберите правильный набор):

- | | |
|--|---|
| 1) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} ; | 3) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ; |
| 2) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} ; | 4) SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , H_2PO_4^- . |

8. Какие наборы значений pH соответствуют атмосферным и поверхностным водам, находящимся в равновесии с CO_2 атмосферы и кальцитом, при условии отсутствия других примесей, оказывающих влияние на кислотно-основное равновесие в природных водах?

- | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1) 6,0 и 5,6; | 2) 6,0 и 7,0; | 3) 4,5 и 8,3; | 4) 5,7 и 8,3. |
|---------------|---------------|---------------|---------------|

9. Значение щелочности природных вод определяется суммой концентраций ионов:

- | | |
|------------------------|---|
| 1) анионов и катионов; | 3) CO_3^{2-} и SO_4^{2-} ; |
| 2) анионов; | 4) HCO_3^- , OH^- и удвоенной концентрации CO_3^{2-} . |

10. Каково значение щелочности воды Мирового океана (воды Мирового океана содержат в (мг/л): Na^+ - 10560; Mg^{2+} - 1270; Ca^{2+} - 400; K^+ - 380; Cl^- - 18980; SO_4^{2-} - 2650; HCO_3^- - 140; Br^- - 65; F^- - 1)?

- | | | | |
|---------------------------------|--------------|-----------------|------------------|
| 1) $2,29 \cdot 10^{-3}$ моль/л; | 2) 140 мг/л; | 3) 2,29 моль/л; | 4) 206 мг-экв/л. |
|---------------------------------|--------------|-----------------|------------------|

11. БПК₅ природной воды равен 3мг О/л, а БПК₂₁ = 15мгО/л. Вычислите константу скорости биоокисления для данного водоема.

12. Каково среднее время пребывания воды в атмосфере, если по оценкам специалистов в атмосфере находится 12900 км^3 воды, а на поверхность суши и океана выпадает в виде атмосферных осадков в среднем $577 \cdot 10^{12} \text{ м}^3$ воды в год?

- | | | | |
|----------|-------------|--------------|---------------|
| 1) 8,16; | 2) 104 дня; | 3) 0,64 дня; | 4) 44,72 дня. |
|----------|-------------|--------------|---------------|

13. Из перечисленных загрязнителей, попавших в водоем, гидролизу подвергается:

- | | |
|-------------|----------------|
| 1) метанол; | 3) этилацетат; |
| 2) фенол; | 4) бензол. |

14. Максимальной водопроницаемостью и минимальной влагоемкостью обладает фракция почвы:

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1) песок мелкий; | 3) пыль мелкая; |
| 2) песок крупный; | 4) ил. |

15. Почва содержит 3,5% органического вещества. Вычислите %-ное содержание С и N в почве, если органическое вещество содержит 60% С и массовое соотношение С:N равно 8:1.

16. В почвенном растворе в основном содержатся ионы

- | |
|---|
| 1) K^+ , Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- ; |
| 2) K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- ; |
| 3) NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- ; |
| 4) NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , NO_3^- . |

17. Миграция соединений в почве осуществляется в основном за счёт:

- | | |
|---------------------------|----------------------------------|
| 1) биотического переноса; | 2) перехода в почвенный раствор; |
| 3) испарения; | 4) антропогенных воздействий. |

18. В большинстве случаев кислотность почв определяется присутствием ионов:

- | | | | |
|--|--------------------------------------|---------------------------------|--|
| 1) Ca^{2+} и Mg^{2+} ; | 2) Al^{3+} и H^+ ; | 3) Na^+ и K^+ | 4) Ba^{2+} и Sr^{2+} . |
|--|--------------------------------------|---------------------------------|--|

19. В 100 г почвы в поглощенном состоянии содержится 200 мг подвижного кальция, 36 мг магния, 3,6 мг аммония, 1,2 мг подвижного водорода и 4,5 мг алюминия. Определите ЕКО.
20. Основным каналом самоочищения почвенных экосистем является:
- 1) испарение загрязнителей с поверхности почвы;
 - 2) фотохимическое окисление;
 - 3) гидролиз загрязнителей в почвенном растворе;
 - 4) микробиологическое окисление.

Приложение Б
(обязательное)

**Карта учебно-методического обеспечения
учебной дисциплины «Экологическая химия»**

Таблица Б.1 – Основная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол.стр.)	Кол.экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1Топалова О. В. Химия окружающей среды: учебное пособие для вузов / О. В. Топалова, Л. А. Пимнева. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 159, [1] с.: ил. – (Учебники для вузов, Специальная литература). – Библиогр.: с. 158. – ISBN 978-5-8114-1504-5: (в пер.)	15	
2 Ложниченко О. В. Экологическая химия: учебное пособие для вузов / О. В. Ложниченко, И. В. Волкова, В. Ф. Зайцев. – Москва: Академия, 2008. – 264, [2] с.: ил. - (Высшее профессиональное образование, Естественные науки). - Библиогр.: с. 259-262. – ISBN 978-5-7695-4683-9 : (в пер.).	12	
3Голдовская Л. Ф. Химия окружающей среды: учебник для вузов / Л. Ф. Голдовская. – 3-е изд. – Москва: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008 – 294, [1] с.: ил. – Библиогр.: с. 290-293. – ISBN 978-5-94774-842-0. – ISBN 978-5-03-003840- : (в пер.).	13	
Электронные ресурсы		
1 Топалова, О. В. Химия окружающей среды: учебное пособие / О. В. Топалова, Л. А. Пимнева. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 160 с. – ISBN 978-5-8114-1504-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/90852 (дата обращения: 28.12.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.		ЭБС Лань
2 Фукс, С. Л. Химия окружающей среды: практикум: учебное пособие / С. Л. Фукс. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киров :ВятГУ, 2017. – 57 с.– URL: https://e.lanbook.com/book/164427 (дата обращения: 28.12.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.		ЭБС Лань

Таблица Б.2 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол.стр.)	Кол.экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1 Тарасова Н.П. Химия окружающей среды. Атмосфера: учебное пособие для вузов. – Москва: Академкнига, 2007. – 227,[1]с.: ил. - Библиогр.: с. 228. – Прил. : с. 226-227. – ISBN 978-5-94628-274-1 : (в пер.).	5	
2 Орлов Д.С. Химия почв: учебник для вузов. – Москва: Высшая школа, 2005. – 557,[1]с.: ил. – Библиогр.: с. 554-555. – ISBN 5-06-004428-5 : (в пер.).	5	
Электронные ресурсы		
1 Экологическая химия: методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов/Составитель И.В. Летенкова – НовГУ имени Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2014.– 97 с. – URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1937		ЭБС Библио Тех
2 Практикум по экологической химии: методические указания к лабораторным работам / Составитель И.В. Летенкова – НовГУ имени Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2017. – 93с.– URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-430		ЭБС Библио Тех



Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол.стр.)	Кол.экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
3 Основы химии окружающей среды: учебное пособие / Г. И. Березин, Т. А. Адамович, С. Ю. Огородникова, А. В. Албегова. – Киров: ВятГУ, 2018. – 207 с. – Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/164422 (дата обращения: 28.12.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.		ЭБС Лань
4 Сатова, К. М. Экологическая химия : учебное пособие / К. М. Сатова. – Астана :КазАТУ, 2019. – 274 с.– Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/234047 (дата обращения: 28.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей		ЭБС Лань

Новгородский
государственный университет
Библиотека
Посетил 8.11/

Таблица Б.3 - Информационное обеспечение

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Профессиональные базы данных		
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/	Договор от 17.12.2014 № БТ-46/11	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
ЭБС «Электронная библиотечная система Новгородского государственного университета» (ЭБС НовГУ). Универсальный ресурс. Внутривузовские издания НовГУ.	Договор № 230 от 30.12.2022 с ООО «КДУ»	бессрочный
ЭБС «Лань» Единая профессиональная база данных для классических вузов – Издательство Лань «ЭБС» ЭБС ЛАНЬ	Договор от 23.12.2022 № 28/ЕП(У)22 с ООО «Издательство ЛАНЬ»	01.01.2023-31.12.2023
ЭБС «ЛАНЬ» Универсальный ресурс	Договор от 09.11.2020 № СЭБ НВ-283 с ООО «ЭБС ЛАНЬ»	09.11.2020 - 31.12.2023
«ЭБС ЮРАЙТ www.biblio-online.ru» Универсальный ресурс.	Договор от 23.12.2022 № 25/ЕП(У)22 с ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	01.01.2023 - 31.12.2023
«Национальная электронная библиотека» Универсальный ресурс.	Договор от 14.03.2022 № 101/НЭБ/2338-п с ФБГУ «Российская Государственная библиотека»	14.03.2022 - 14.03.2027
ЭБС «IPRsmart» Универсальный ресурс.	Лицензионный договор № 741/22П с ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»	01.01.2023 - 01.01.2024
Универсальная база данных «УБД» Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий с архивом.	Договор от 30.01.2023 № 01/БВ с ООО «ИВИС»	01.01.2023 - 31.12.2023
Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина https://www.prilib.ru/	в открытом доступе	-
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/	в открытом доступе	-
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-
Информационные справочные системы		
Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru	в открытом доступе	-
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru	в открытом доступе	-
Справочно-правовая система КонсультантПлюс (КонсультантПлюс студенту и преподавателю) www.consultant.ru/edu/	в открытом доступе	-

И.о. зав. кафедрой ФПХ
28.08.2023



В.А. Исаков

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
Разработчик: _____
Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
 Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
 Разработчик: _____
 Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
 Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
 Разработчик: _____
 Зав. кафедрой _____

[illegible]