

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

_____ С.Б. Носачев

«04» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой фундаментальной
и прикладной химии

_____ Л.А. Джигола

«04» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Составитель

Носачев С.Б., доцент, к.х.н., доцент

Согласовано с работодателями:

**Фидурова С.Н., заместитель начальника отдела
физико-химических исследований инженерно-
технического центра ООО «Газпром добыча**

Астрахань»;

**Лукин Н.В., директор МБОУ г. Астрахани
«Лицей №2»**

Направление подготовки /
специальность

**04.05.01 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И
ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ**

Направленность (профиль) /
специализация ОПОП

Квалификация (степень)

Химик. Преподаватель химии

Форма обучения

очная

Год приёма

2024

Курс

5

Семестр

9

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целями освоения дисциплины «Экологическая химия» является знакомство студентов с проблемами, связанными с загрязнением окружающей среды, рассмотреть химические процессы, протекающие в биосфере, круговороты биогенных элементов и основные биогеохимические циклы, а также обсудить концепции экосистем, термодинамические принципы в экологии, химическое загрязнение окружающей среды и его влияние на экологическое равновесие на основе принципов зеленой химии.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- ознакомить студентов с основными физико-химическими процессами, происходящими в окружающей среде;
- ознакомить студентов основными загрязняющими веществами в биосфере;
- показать роль круговорота веществ в биосфере;
- дать представление о химии атмосферы;
- научить студентов применять физико-химические методы очистки отходящих газов;
- дать представление о химии гидросферы;
- познакомить с процессами самоочищения водных экосистем;
- дать представление о физико-химических процессах в почвах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Экологическая химия» относится к обязательной части (Б1.Б.17) и осваивается в 9 семестре.

Дисциплина встраивается в структуру ОПОП ВО (последовательность в учебном плане) как с точки зрения преемственности содержания, так и с точки зрения непрерывности процесса формирования компетенций выпускника. Данный курс знакомит студентов с современными тенденциями развития экологической химии в контексте современных глобальных экологических вызовов и проблемы изменения климата.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:

– аналитическая химия

Знания: теоретических основ и основных положений теории фундаментальных разделов аналитической химии.

Умения: составлять схему анализа, выбирать оптимальный метод качественного и количественного анализа вещества

Навыки: работы на современном учебном и научном оборудовании, статистической обработки экспериментальных данных.

2.3. Последующие учебные дисциплины и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- экологические проблемы химических предприятий Астраханской области;
- высокомолекулярные соединения;
- поверхностно-активные вещества;
- преддипломная практика.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению:

универсальных (УК):

УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

общепрофессиональных (ОПК):

ОПК-2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
УК-8	УК-8.1. Оценивает факторы риска, умеет обеспечивать личную безопасность и безопасность окружающих в повседневной жизни и в профессиональной деятельности	Факторы риска и уметь обеспечивать личную безопасность и безопасность окружающих в повседневной жизни и в профессиональной деятельности	Обеспечивать личную безопасность и безопасность окружающих в повседневной жизни и в профессиональной деятельности	Способами управления рисками и уметь обеспечивать личную безопасность и безопасность окружающих в повседневной жизни и в профессиональной деятельности
	УК-8.2. Знает и может применять методы защиты в чрезвычайных ситуациях и в условиях военных конфликтов, формирует культуру безопасного и ответственного поведения	Методы защиты, а также их применять в чрезвычайных ситуациях и в условиях военных конфликтов, формировать культуру безопасного и ответственного поведения	Использовать методы защиты в чрезвычайных ситуациях и в условиях военных конфликтов, формировать культуру безопасного и ответственного поведения	Методами защиты, а также их применением в чрезвычайных ситуациях и в условиях военных конфликтов, формированием культуры безопасного и ответственного поведения
ОПК-2	ОПК-2.1. Знает физические и химические свойства веществ, нормы техники безопасности при работе с ними	Технику работы с экологически опасными веществами с соблюдением норм техники безопасности	Применять технику работы с экологически опасными веществами с соблюдением норм техники безопасности	Техникой работы с экологически опасными веществами с соблюдением норм техники безопасности
	ОПК-2.2.	Основные	Осуществлять	Владеть знаниями

Код компетенции	Код и наименование	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
	Осуществляет выбор физико-химических методов анализа, адекватных для решения исследовательской задачи с применением знания о вредных и опасных свойствах веществ при работе с ними, проводить оценку возможных рисков	физико-химические методы анализа экологически опасных веществ	выбор физико-химических методов анализа экологически опасных веществ, адекватных для решения исследовательской задачи	о вредных и опасных свойствах экологически опасных веществ при работе с ними, проводя оценку возможных рисков
	ОПК-2.3. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования	Основные свойства экологически опасных веществ	Проводить исследования свойств экологически опасных веществ с использованием современного научного оборудования	Навыками использования современного научного оборудования при обращении с экологически опасными веществами

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 4 зачетных единицы (144 часа).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной формы обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	4
Объем дисциплины в академических часах	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	73,25
- занятия лекционного типа:	24
- занятия семинарского типа (лабораторные):	48
- консультация (предэкзаменационная)	1
- промежуточная аттестация по дисциплине	0,25
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	70,75
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	экзамен – 9 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						К Р / К П	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
	Л		ПЗ		ЛР					
	Л	в т. ч. П П	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Семестр 5.										
Тема 1. «Физико-химические процессы в окружающей среде»	2				4			8	14	Отчет по л/р
Тема 2. «Загрязняющие вещества в биосфере. Ионизирующее излучение и его воздействие на объекты окружающей среды»	4				8			8	20	Отчет по л/р Контрольная работа № 1 Коллоквиум
Тема 3. «Круговорот веществ в биосфере»	2				4			8	14	Отчет по л/р
Тема 4. «Химия атмосферы»	4				8			8	20	Отчет по л/р Контрольная работа № 2 Коллоквиум
Тема 5. «Физико-химические методы очистки отходящих газов»	2				4			8	14	Отчет по л/р
Тема 6. «Химия гидросферы»	4				8			8	20	Отчет по л/р Контрольная работа № 3 Коллоквиум
Тема 7. «Процессы самоочищения водных экосистем»	4				8			8	20	Отчет по л/р
Тема 8. «Физико-химические процессы в почвах»	2				4			14,75	20,75	Отчет по л/р Контрольная работа № 4 Коллоквиум

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						К Р / К П	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости и, форма промежуточ ной аттестации
	Л		ПЗ		ЛР					
	Л	в т. ч. П П	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
										М Тестирова ние
Консультации									1	
Контроль промежуточной аттестации									0,25	Экзамен
ИТОГО за семестр:	24				48			70,75	144	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины	Кол-во часов	Код компетенции		Общее количество компетенций
		УК-8	ОПК-2	
Тема 1. «Физико-химические процессы в окружающей среде»	14	+	+	2
Тема 2. «Загрязняющие вещества в биосфере. Ионизирующее излучение и его воздействие на объекты окружающей среды»	20	+	+	2
Тема 3. «Круговорот веществ в биосфере»	14	+	+	2
Тема 4. «Химия атмосферы»	20	+	+	2
Тема 5. «Физико-химические методы очистки отходящих газов»	14	+	+	2
Тема 6. «Химия гидросферы»	20	+	+	2
Тема 7. «Процессы самоочищения водных экосистем»	20	+	+	2
Тема 8. «Физико-химические процессы в почвах»	20,75	+	+	2
Итого	142,75			

Краткое содержание каждой темы дисциплины

Тема 1. «Физико-химические процессы в окружающей среде»

Некоторые свойства компонентов биосферы. Массообменные процессы. Общие сведения о массообменных процессах. Равновесные системы в биосфере.

Тема 2. «Загрязняющие вещества в биосфере. Ионизирующее излучение и его воздействие на объекты окружающей среды»

Возникновение проблемы загрязнения биосферы. Понятие загрязнения и его масштабы. Процессы массопереноса загрязняющих веществ.

Виды ионизирующих излучений и единицы измерения. Явление радиоактивности и законы радиоактивного распада. Строение атомного ядра. Радиоактивность. Законы радиоактивного распада. Равновесие при радиоактивном распаде. Частные случаи радиоактивного равновесия. Виды радиоактивного распада. Источники ионизирующих излучений в окружающей среде. Естественные источники излучений. Антропогенные источники ионизирующих излучений.

Тема 3. «Круговорот веществ в биосфере»

Круговорот углерода и кислорода. Фотосинтез. Круговорот азота. Круговорот фосфора. Круговорот серы.

Тема 4. «Химия атмосферы»

Состав атмосферы. Строение атмосферы. Химические процессы в верхних слоях атмосферы. Ионизация газов. Озон в стратосфере. «Озоновая дыра» над Антарктидой. Карбонилсульфид в стратосфере. Химические процессы в тропосфере. Свободные радикалы в тропосфере. Оксиды углерода в тропосфере. Соединения серы в тропосфере. Соединения азота в тропосфере. Фотохимический смог. Загрязнение тропосферы органическими соединениями. Дисперсные системы в атмосфере.

Тема 5. «Физико-химические методы очистки отходящих газов»

Абсорбционные методы. Адсорбционные методы. Каталитические методы. Очистка газов от кислых компонентов. Очистка газов от диоксида углерода. Очистка газов от сероводорода. Очистка газов от диоксида серы. Очистка газов от оксидов азота. Методы снижения выбросов в атмосферу углеводородов и их производных. Рекуперация углеводородов и их производных. Каталитический дожиг выбросов. Рассеивание вредных выбросов в атмосфере.

Тема 6. «Химия гидросферы»

Основы гидрохимии. Классификация природных вод. Главные ионы. Кислотность природных вод. Растворенные газы. Биогенные вещества. Органические вещества. Микроэлементы. Антропогенное эвтрофирование водоемов. Формы существования ионов переходных металлов в природных водоемах. Внутриводоемные окислительно-восстановительные процессы. Формирование химического состава природных вод. Физико-химические факторы формирования химического состава природных вод. Роль донных отложений в формировании химического состава водной среды.

Тема 7. «Процессы самоочищения водных экосистем»

Виды загрязнений водной среды. Физико-химические процессы самоочищения. Микробиологическое самоочищение. Химические процессы самоочищения. Гидролиз загрязняющих веществ. Фотолиз загрязняющих веществ в водной среде. Окисление загрязняющих веществ.

Тема 8. «Физико-химические процессы в почвах»

Элементный состав почв. Органические вещества почвы. Поглонительная способность почв. Проблемы загрязнения почвенных экосистем. Загрязнение почв удобрениями. Загрязнение почв пестицидами. Изменение почв под влиянием кислотных выпадений. Аэрогенное загрязнение почвы тяжелыми металлами. Вторичное засоление почвы.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине

Лекционные занятия проводятся еженедельно в объеме 2 часа. Лабораторные занятия проводятся еженедельно в объеме 4 часов. Во время изучения каждой темы обучающиеся проводят лабораторные работы и сдают по ним отчеты, по отдельным темам проводятся коллоквиумы и тестовый контроль знаний.

В процессе изучения курса «Экологическая химия» используются следующие образовательные технологии на лекциях

- *обзорная лекция* не краткий конспект, а систематизация знаний на более высоком уровне. Психология обучения показывает, что материал, изложенный системно, лучше запоминается, допускает большее число ассоциативных связей. В обзорной лекции следует рассмотреть также особо трудные вопросы экзаменационных билетов.

- *дискуссионная лекция* - это взаимодействие преподавателя и студентов, свободный обмен мнениями, идеями и взглядами по исследуемому вопросу. По ходу лекции-дискуссии преподаватель приводит отдельные примеры в виде ситуаций или кратко сформулированных проблем и предлагает студентам коротко обсудить, затем краткий анализ, выводы и лекция продолжается. Данный вид лекции позволяет преподавателю видеть, насколько эффективно студенты используют полученные знания в ходе дискуссии.

- *лекция с заранее запланированными ошибками*: подбираются наиболее типичные ошибки, которые чаще всего допускают обучающиеся. В ходе изложения лекции ошибки тщательно «маскируются». Студенты должны отметить в конспекте замеченные ошибки. В конце лекции разбор ошибок (10-15 мин). На обсуждаемые вопросы даются правильные ответы. Данный вид лекции позволяет преподавателю видеть, насколько внимательно и эффективно студенты слушают преподавателя, анализируют представленный материал.

- *групповая технология*. Варианты применения обучения в сотрудничестве: одно задание на группу, с последующим рассмотрением заданий каждой группой; совместное выполнение практической работы (в парах), в том числе лабораторных работ.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Тема 1. «Физико-химические процессы в окружающей среде» Равновесные системы в биосфере.	8	<i>Реферат</i>
Тема 2. «Загрязняющие вещества в биосфере. Ионизирующее излучение и его воздействие на объекты окружающей среды» Процессы массопереноса загрязняющих веществ. Виды радиоактивного распада. Источники ионизирующих излучений в окружающей среде. Естественные источники излучений. Антропогенные источники ионизирующих излучений.	8	<i>Реферат</i>
Тема 3. «Круговорот веществ в биосфере» Круговорот фосфора. Круговорот серы.	8	<i>Реферат</i>
Тема 4. «Химия атмосферы» Фотохимический смог. Загрязнение тропосферы органическими соединениями. Дисперсные системы в атмосфере.	8	<i>Реферат</i>
Тема 5. «Физико-химические методы очистки отходящих газов» Рекуперация углеводородов и их производных. Каталитический дожиг выбросов. Рассеивание вредных выбросов в атмосфере.	8	<i>Реферат</i>
Тема 6. «Химия гидросферы» Формирование химического состава природных вод. Физико-	8	<i>Реферат</i>

химические факторы формирования химического состава природных вод. Роль донных отложений в формировании химического состава водной среды.		
Тема 7. «Процессы самоочищения водных экосистем» Гидролиз загрязняющих веществ. Фотолиз загрязняющих веществ в водной среде. Окисление загрязняющих веществ.	8	<i>Реферат</i>
Тема 8. «Физико-химические процессы в почвах» Изменение почв под влиянием кислотных выпадений. Аэрогенное загрязнение почвы тяжелыми металлами. Вторичное засоление почвы.	14,75	<i>Реферат</i>

Методические указания по оформлению выполненных индивидуальных заданий

1. Задания, выполненные небрежно, неразборчиво, без соблюдения требований по оформлению возвращается студенту без проверки с указанием причин возврата на титульном листе.

2. Сдача выполненного задания может проводится на выделенном одном занятии в рамках часов учебной дисциплины, либо по договоренности с преподавателем. Сдача выполненного задания студентом предусматривает объяснения проделанного задания и ответы на вопросы. Общая оценка выставляется с учетом оценок за работу, умение вести дискуссию и ответы на вопросы.

3. При оценивании работы будут учитываться следующие пункты: знание и понимание проблемы; умение систематизировать и анализировать материал, четко и обоснованно формулировать выводы; самостоятельность, способность к определению собственной позиции по проблеме и к практической адаптации материала; аккуратность оформления.

Методические указания по написанию отчета по лабораторной работе

1. Цель и задачи исследования.

2. Краткое описание эксперимента: способы, методы, методики исследования и теоретические положения.

3. Законы, положения, формулы, уравнения реакций. Результаты исследования и расчеты (уравнения должны быть приведены в общем виде и с подставленными данными). Результаты исследования и расчетов должны быть сведены в соответствующие таблицы.

4. Графическая обработка экспериментальных данных (при необходимости): графики и схемы должны выполняться на миллиметровой бумаге. На ось ординат наносится функция, на ось абсцисс – аргумент с указанием единиц измерения. На осях наносится шкала согласно выбранному масштабу. Единицы масштаба должны быть выбраны в соответствии точности отсчета при эксперименте. Координаты экспериментальной точки наносятся только на плоскости и отмечаются точкой. По экспериментальным точкам проводится усредняющая кривая. Выпавшие точки не используются, но показываются. На листе, где выполнен график, должны быть указаны наименование графика (под графиком), условия, сноски.

5. Анализ экспериментально полученных зависимостей.

6. Выводы.

Работа считается выполненной, если приведены все необходимые расчеты, построены изучаемые зависимости, приведены все структурные формулы изучаемых веществ и образуемых соединений, сделаны соответствующие выводы.

Методические рекомендации по подготовке к занятиям

Успешное освоение дисциплины возможно при систематической серьезной подготовке к каждому занятию. При подготовке к занятиям необходимо использовать несколько учебных пособий, так как это позволит создать более полное представление по изучаемой теме.

Рекомендуемая литература:

1. Исидоров, В. А. Экологическая химия / Исидоров В. А. - Санкт-петербург : ХИМИЗДАТ, 2016. - 304 с. - ISBN 978-5-93808-273-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант

- студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082731.html> (ЭБС «Консультант студента»).
2. Покровская, Е. Н. Экологическая химия атмосферы Учебное пособие. / Е. Н. Покровская - Москва : Издательство АСВ, 2017. - 110 с. - ISBN 978-5-4323-0226-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302267.html> (ЭБС «Консультант студента»).
 3. Белопухов, С. Л. Химия окружающей среды : учебное пособие / Белопухов С. Л. , Сюняев Н. К. , Тютюнькова М. В. ; под общ. ред. проф. Белопухова С. Л. - Москва : Проспект, 2016. - 240 с. - ISBN 978-5-392-17531-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392175314.html> (ЭБС «Консультант студента»).
 4. Джирард, Дж. Е. Основы химии окружающей среды / Джирард Дж. Е. ; Перевод с англ. В. И. Горшкова под ред. В. А. Иванова. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 640 с. - ISBN 978-5-9221-1013-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922110136.html> (ЭБС «Консультант студента»).
 5. Братчикова, И. Г. Физико-химические основы инженерной экологии : Курс лекций. Ч. I : Охрана атмосферы : учеб. пособие / И. Г. Братчикова. - Москва : Издательство РУДН, 2011. - 122 с. - ISBN 978-5-209-03579-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785209035794.html> (ЭБС «Консультант студента»).

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно

Темы рефератов по дисциплине «Экологическая химия» выбираются студентами в течение сентября месяца и обсуждаются с преподавателем. Сдача и защита рефератов осуществляется в декабре.

Требования к оформлению рефератов:

Реферат должен быть представлен в форме печатной работы (электронная версия обязательна) объемом *от 20 до 40 страниц*, созданный в редакторе Microsoft Word (Windows), и сохранен в формате doc (docx), шрифт – Times New Roman; кегль – 14; межстрочный интервал – 1,0; абзац – 1,25; выравнивание по ширине, отступы: слева и справа – 2,5 см, сверху и снизу – 2,5 см, ориентация – книжная.

Оформление списка литературы к реферату:

1. Аршанский, Е.Я. Методика обучения химии в классах гуманитарного профиля [Текст] / Е.Я. Аршанский. – М.: Вентана-Граф, 2003. – 176 с.
2. Береснева, Е.В. Использование технологии критического мышления при изучении органической химии в средней школе [Текст] / Е.В. Береснева, Е.Н. Загвоздкина // Химия в школе. – 2008. – № 8. – С. 17–22.
3. Левитес, Д.Г. Школа для профессионалов или семь уроков для тех, кто учит / Д.Г. Левитес. – Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК». – 2001. – 256 с.
4. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования [Текст] / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина, М.В. Моисеева, А.Е. Петров; под ред. Е.С. Полат. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 272 с.
5. Храпов, С.А. Технологии СДИО в сфере социализации студентов (опыт Астраханского государственного университета) [Электронный ресурс]. / С.А. Храпов. – Режим доступа: http://portal.tpu.ru/f_dite/conf/2013/4/khrapov.pdf

Допускается самостоятельный выбор студентом темы реферата. Примерные темы рефератов:

1. Состав и строение атмосферы.
2. Устойчивость атмосферы.
3. Солнечное излучение.
4. Ионосфера Земли.
5. Химия стратосферы.
6. Превращения примесей в тропосфере.
7. Аномальные свойства воды и состав природных вод.
8. Способы классификации природных вод.
9. Основные процессы формирования химического состава природных вод.
10. Кислотно-основное равновесие в природных водоемах.
11. Окислительно-восстановительные процессы в гидросфере.
12. Строение литосферы и структура земной коры.
13. Минералы и горные породы.
14. Гипергенез и почвообразование.
15. Механический состав почв.
16. Элементный состав почв.
17. Органические вещества почвы.
18. Поглощительная способность почв.
19. Щелочность и кислотность почв.
20. Соединения азота и фосфора в почве.
21. Виды ионизирующих излучений и единицы измерения.
22. Явление радиоактивности и законы радиоактивного распада.
23. Источники ионизирующих излучений в окружающей среде.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

В рамках учебного курса «Экологическая химия» предусмотрены встречи с представителями российских компаний, региональными работодателями, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. «Физико-химические процессы в окружающей среде»	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Исследовательская л/р
Тема 2. «Загрязняющие вещества в биосфере. Ионизирующее излучение и его воздействие на объекты окружающей среды»	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Исследовательская л/р
Тема 3. «Круговорот веществ	Лекция с заранее	Не	Исследовательская

в биосфере»	запланированными ошибками	предусмотрено	л/р
Тема 4. «Химия атмосферы»	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Исследовательская л/р
Тема 5. «Физико-химические методы очистки отходящих газов»	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Исследовательская л/р
Тема 6. «Химия гидросферы»	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Исследовательская л/р
Тема 7. «Процессы самоочищения водных экосистем»	Дискуссионная лекция	Не предусмотрено	Исследовательская л/р
Тема 8. «Физико-химические процессы в почвах»	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Исследовательская л/р

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах online и (или) offline в формах видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме форума, чата, выполнения виртуальных практических и (или) лабораторных работ и др.

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя sbn86chem@yandex.ru;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т. е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») по курсу «Экологическая химия» или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ

Наименование программного обеспечения	Назначение
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 10 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>
Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» http://dlib.eastview.com Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU
Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов www.polpred.com
Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» https://library.asu.edu.ru/catalog/
Электронный каталог «Научные журналы АГУ» https://journal.asu.edu.ru/
Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. http://mars.arbicon.ru

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Экологическая химия» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1. «Физико-химические процессы в	УК-8, ОПК-2	Отчет по л/р

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
окружающей среде»		
Тема 2. «Загрязняющие вещества в биосфере. Ионизирующее излучение и его воздействие на объекты окружающей среды»	УК-8, ОПК-2	Отчет по л/р Контрольная работа № 1 Коллоквиум
Тема 3. «Круговорот веществ в биосфере»	УК-8, ОПК-2	Отчет по л/р
Тема 4. «Химия атмосферы»	УК-8, ОПК-2	Отчет по л/р Контрольная работа № 2 Коллоквиум
Тема 5. «Физико-химические методы очистки отходящих газов»	УК-8, ОПК-2	Отчет по л/р
Тема 6. «Химия гидросферы»	УК-8, ОПК-2	Отчет по л/р Контрольная работа № 3 Коллоквиум
Тема 7. «Процессы самоочищения водных экосистем»	УК-8, ОПК-2	Отчет по л/р
Тема 8. «Физико-химические процессы в почвах»	УК-8, ОПК-2	Отчет по л/р Контрольная работа № 4 Коллоквиум Тестирование

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет

Шкала оценивания	Критерии оценивания
	задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине

Тема 1. «Физико-химические процессы в окружающей среде»

Перечень вопросов для отчета по лабораторной работе

- 1) Некоторые свойства компонентов биосферы.
- 2) Массообменные процессы.
- 3) Общие сведения о массообменных процессах.
- 4) Равновесные системы в биосфере.

Тема 2. «Загрязняющие вещества в биосфере. Ионизирующее излучение и его воздействие на объекты окружающей среды»

Перечень вопросов для отчета по лабораторной работе

- 1) Возникновение проблемы загрязнения биосферы.
- 2) Понятие загрязнения и его масштабы.
- 3) Процессы массопереноса загрязняющих веществ.
- 4) Виды ионизирующих излучений и единицы измерения.
- 5) Явление радиоактивности и законы радиоактивного распада. Строение атомного ядра. Радиоактивность. Законы радиоактивного распада.
- 6) Равновесие при радиоактивном распаде.
- 7) Частные случаи радиоактивного равновесия.
- 8) Виды радиоактивного распада.
- 9) Источники ионизирующих излучений в окружающей среде.
- 10) Естественные источники излучений.
- 11) Антропогенные источники ионизирующих излучений.

Перечень задач для контрольной работы

1) Определите активность:

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1) 1 г ^{227}Ac ; | 2) 1 г ^{234}Ra ; |
| 3) 1 г ^{233}Th ; | 4) 1 г ^{238}U ; |
| 5) 1 г ^{144}Nb ; | 6) 1 г ^{209}Bi ; |
| 7) 1 г ^{178}W ; | 8) 1 г ^{138}La ; |
| 9) 1 г ^{87}Rb ; | 10) 1 г ^{146}Sm . |

2) Определить массу:

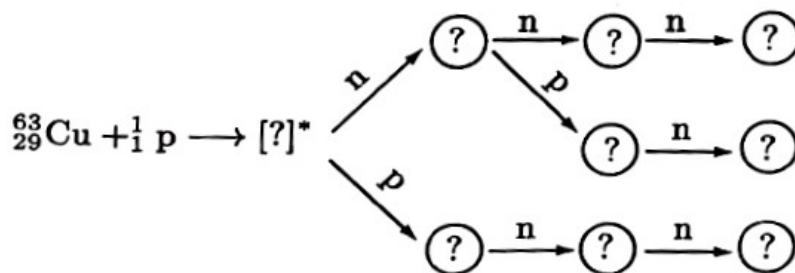
- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1) 1 Бк ^{232}Th ; | 2) 1 Бк ^{209}Bi ; |
| 3) 1 Бк ^{238}U ; | 4) 1 Бк ^{234}Pa ; |
| 5) 1 Бк ^{227}Ac ; | 6) 1 Бк ^{87}Rb ; |
| 7) 1 Бк ^{178}W ; | 8) 1 Бк ^{138}La ; |
| 9) 1 Бк ^{144}Nd . | |

3) Напишите полностью уравнение ядерного распада:

- | | |
|---|---|
| 1) $^{124}_{50}\text{Sn} \rightarrow 2\beta^- + \dots$; | 2) $\dots \rightarrow \alpha + ^{218}_{84}\text{Po}$; |
| 3) $\dots \rightarrow \beta^- + ^{50}_{24}\text{Cr}$; | 4) $^{209}_{83}\text{Bi} \rightarrow \alpha + \dots$; |
| 5) $^{96}_{40}\text{Zr} \rightarrow \beta^- + \dots$; | 6) $\dots \rightarrow \alpha + ^{228}_{88}\text{Ra}$; |
| 7) $^{40}_{19}\text{K} \rightarrow \beta^- + \dots$; | 8) $\dots \rightarrow \alpha + ^{143}_{60}\text{Nd}$; |
| 9) $^{48}_{20}\text{Ca} \rightarrow \dots + ^{48}_{21}\text{Sc}$; | 10) $^{176}_{74}\text{W} \rightarrow \alpha + \dots$; |
| 11) $\dots \rightarrow \beta^- + ^{150}_{61}\text{Pm}$; | 12) $^{223}_{88}\text{Ra} \rightarrow \dots + ^{219}_{86}\text{Rn}$; |
| 13) $^{176}_{71}\text{Lu} \rightarrow \beta^- + \dots$; | 14) $\dots \rightarrow \alpha + ^{140}_{58}\text{Ce}$; |
| 15) $^{130}_{52}\text{Te} \rightarrow 2\beta^- + \dots$; | 16) $\dots \rightarrow \alpha + ^{210}_{82}\text{Pb}$; |
| 17) $^{138}_{57}\text{La} \rightarrow \beta^- + \dots$; | 18) $\dots \rightarrow \alpha + ^{214}_{83}\text{Bi}$; |
| 19) $^{115}_{49}\text{In} \rightarrow \dots + ^{115}_{50}\text{Sn}$. | |

- 4) Массы соседних изобар $^{13}\text{C} - 13,007478$ и $^{13}\text{N} - 13,009864$. Определите возможный тип β -распада и энергию испускаемой частицы.
- 5) Определите $T_{1/2}$ радия, если известно, что 1 г радия за 1 минуту претерпевает $2,22 \cdot 10^{12}$ распадов.
- 6) Какое количество α - и β -распадов в 1 секунду происходит в 1 г смоляной руды, содержащей 70% урана? Радон не улетучивается. Все продукты распада находятся в вековом радиоактивном равновесии.
- 7) Определите энергию ядра отдачи при электронном захвате атома ^{40}K , масса которого равна 39,976578. Масса дочернего атома ^{40}Ar равна 39,975100.
- 8) При β -распаде изотопа ^{22}Na испускаются позитроны с энергией 0,540 МэВ и γ -кванты с энергией 1,28 МэВ. Определите массу атома ^{22}Na , зная массу $^{22}\text{Ne} - 21,991384$.

- 9) Вычислите постоянную распада, среднее время жизни и период полураспада радиоактивного изотопа, активность которого уменьшается в 1,07 раза за 100 дней.
- 10) Чему равна атомная масса изотопа, имеющего период полураспада $7,13 \cdot 10^8$ лет, если при активности 0,5 Ки его масса равна 235 кг?
- 11) Чувствительность измерения активности ^{14}C современными методами составляет 0,03 распада на 1 г углерода в 1 секунду. Каков верхний предел определения возраста образцов, содержащих углерод? Природный углерод, участвующий в кругообороте, обладает активностью 14,2 распада на 1 г углерода в 1 минуту.
- 12) При распаде радиоактивных нуклидов в земной коре выделяется энергия $4 \cdot 10^{-6}$ Дж/(см²·с). Скольким блокам АЭС с электрической мощностью 3000 МВт эквивалентна поверхность Земли? Радиус Земли равен 6370 км.
- 13) Определите число радиоактивных атомов, содержащихся в препарате ^{24}Na при поступлении его в лабораторию, если через 4 часа после поступления его активность была равна 500 мКи.
- 14) По А.П. Виноградову, среднее содержание Ra в живом веществе составляет $10^{-12} - 10^{-11}$ % (мас.). Подсчитайте вашу личную активность, обусловленную распадом радия.
- 15) Медь входит в состав целого ряда специальных сплавов. Повлияет ли облучение в протонном поясе Земли на химический состав сплава, если ядерные превращения меди протекают в соответствии со следующей схемой:



- 16) Определите массу активных атомов изотопа ^{14}C активностью 10 Ки.
- 17) Определите возраст древних деревянных предметов, у которых удельная активность ^{14}C составляет $3/5$ удельной активности этого же изотопа в только что срубленных деревьях.
- 18) Каково отношение активностей $^{238}_{92}\text{U}$ и $^{234}_{92}\text{U}$ в препарате природного урана?
- 19) Сколько человек заболеют раком, а также подвергнутся генетическим изменениям в течении 10 лет, последовавших за аварией на атомной подводной лодке, в результате которой экипаж, состоящий из 250 человек, получил коллективную эквивалентную дозу 12,5 чел.-Зв?
- 20) При делении урана выделяется приблизительно в $2 \cdot 10^6$ раз больше энергии, чем при сжигании такого же количества угля. Современный реактор с электрической мощностью 3000 МВт требует в год около 1 т урана. Сколько U, K и Th (в кг) поступит с золой в окружающую среду при сжигании угля на аналогичной по электрической мощности ТЭС, если в 1 кг угля содержится: ^{238}U , активность которого находится в интервале 15-250 Бк, ^{40}K (37-440 Бк), ^{232}Th (7-100 Бк)? Соответствующие значения $T_{1/2}$ равны: $4,47 \cdot 10^9$ лет, $1,26 \cdot 10^9$ лет, $1,4 \cdot 10^{10}$ лет.
- 21) В настоящее время во всем мире для нужд коммунального хозяйства в год потребляется 250 км^3 воды. Найдите необходимую суммарную мощность (в кВт) источников излучения, используемых для обезвреживания этой массы воды до уровня стандартов на питьевую воду. Известно, что гибель патогенных микроорганизмов наблюдается при поглощении дозы излучения порядка 30 кГр.
- 22) Человек потребляет в сутки 2,2 л питьевой воды. Вместе с ней в организм поступают природные радионуклиды ^{238}U ($4 \cdot 10^{-3}$ Бк), ^{226}Ra (0,007 Бк), ^3H (0,09 Бк), ^{40}K (0,40 Бк). Какое количество каждого нуклида в граммах поступает в организм, если

соответствующие периоды полураспада равны: $4,47 \cdot 10^9$ лет; 1608 лет; 12,3 года; $1,26 \cdot 10^9$ лет?

23) Прав ли был В.В. Маяковский, утверждая:

«...Поэзия – та же добыча радия:
В грамм – добыча, в год – труды.
Изводишь единого слова ради
Тысячи тонн словесной руды...»
(«Разговор с фининспектором о поэзии»)?

Какое количество смоляной обманки (руда, содержащая 40% U_3O_8) следует переработать для выделения 1 г ^{226}Ra ? $T_{1/2} ^{238}U = 4,47 \cdot 10^9$ лет, $T_{1/2} ^{226}Ra = 1622$ года.

24) Во сколько раз различаются концентрации трития в винах 10-летней и 50-летней выдержки? $T_{1/2} ^3H = 12,3$ года.

25) Кислые породы вулканического происхождения, например граниты, содержат (в расчете на 1 кг породы): $^{238}U - 59$ МБк ($T_{1/2} = 4,47 \cdot 10^9$ лет); $^{235}U - 59$ МБк ($T_{1/2} = 4,47 \cdot 10^9$ лет); $^{238}U - 59$ МБк ($T_{1/2} = 4,47 \cdot 10^9$ лет). Каково содержание этих элементов в % (мас.)?

Вопросы для коллоквиума

- 1) Что такое ионизирующее излучение?
- 2) Чем отличаются фотонное и корпускулярное излучения?
- 3) Какие виды фотонного излучения вы знаете?
- 4) Какие виды корпускулярного излучения вы знаете?
- 5) Чем отличаются первичное и вторичное ионизирующее излучение?
- 6) Чем отличаются непосредственно ионизирующее и косвенно ионизирующее излучения?
- 7) В каких единицах обычно измеряют энергию ионизирующих частиц?
- 8) Дайте определения понятий: поток ионизирующих частиц, плотность потока ионизирующих частиц, поток энергии ионизирующего излучения, плотность потока энергии ионизирующего излучения, поглощенная доза излучения, мощность поглощенной дозы излучения, эквивалентная доза, эффективная эквивалентная доза, коллективная эффективная эквивалентная доза, радиационный риск. В каких единицах измеряются эти величины?
- 9) Чем отличаются протоны от нейтронов?
- 10) Из чего складывается массовое число нуклида?
- 11) Что такое изотопы, изобары и изотоны? Приведите примеры.
- 12) Приведите пример «генетической» связи между последовательно распадающимися нуклидами.
- 13) Что такое активность, постоянная распада, период полураспада, среднее время жизни? В каких единицах измеряются эти величины?
- 14) Какие частные случаи последовательного радиоактивного распада могут иметь место и соотношение каких величин определяет каждый из этих случаев?
- 15) Какие существуют виды радиоактивного распада?
- 16) Каковы основные естественные источники ионизирующих излучений в окружающей среде?
- 17) Что такое «радиоактивные ряды», какова их роль в образовании ионизирующих излучений на нашей планете?
- 18) Какие радионуклиды вносят основной вклад в ионизирующее излучение на Земле?
- 19) Каковы основные антропогенные источники ионизирующих излучений в окружающей среде?
- 20) Какие явления обуславливают возникновение природного радиоактивного фона?

- 21) Вам необходимо выбрать конструкционный материал космического аппарата для полетов в области радиационных поясов Земли. Какие данные вы запросите и почему?
- 22) Необходимо выбрать наполнитель для строительных материалов. Варианты: зола ТЭЦ, шлаки фарфорового производства, шлаки комбината цветных металлов. Ваше решение? Какие дополнительные сведения необходимо запросить?
- 23) Почему определение возраста по ^{14}C неприменимо к относительно молодым материалам биогенного происхождения?

Тема 3. «Круговорот веществ в биосфере»

Перечень вопросов для отчета по лабораторной работе

- 1) Круговорот углерода и кислорода.
- 2) Фотосинтез.
- 3) Круговорот азота.
- 4) Круговорот фосфора.
- 5) Круговорот серы.

Тема 4. «Химия атмосферы»

Перечень вопросов для отчета по лабораторной работе

- 1) Состав атмосферы. Строение атмосферы.
- 2) Химические процессы в верхних слоях атмосферы.
- 3) Ионизация газов.
- 4) Озон в стратосфере. «Озоновая дыра» над Антарктидой.
- 5) Карбонилсульфид в стратосфере.
- 6) Химические процессы в тропосфере. Свободные радикалы в тропосфере.
- 7) Оксиды углерода в тропосфере.
- 8) Соединения серы в тропосфере.
- 9) Соединения азота в тропосфере.
- 10) Фотохимический смог.
- 11) Загрязнение тропосферы органическими соединениями. Дисперсные системы в атмосфере.

Перечень задач для контрольной работы

- 1) Минимальное количество газов, определяемое по запаху средним человеком (порог запаха), составляет для уксусной кислоты и аммиака 1 и 46,6 млн⁻¹ соответственно. Превышаются ли значения ПДК_{м.р.} для этих веществ, равные 0,2 и 0,4 мг/м³ соответственно? Какое парциальное давление паров уксусной кислоты достигается в помещении при обнаружении ее запаха? Сколько молекул аммиака присутствует в каждом см³ воздуха при обнаружении его запаха? Температура и давление воздуха отвечают стандартным значениям.
- 2) Следует ли ожидать выпадения росы летним вечером, если температура снизится с 25 °С в 12 часов дня до 10 °С вечером? В полдень относительная влажность воздуха составляла $\varphi = 60\%$.
- 3) Масса атмосферы оценивается величиной $5 \cdot 10^{15}$ т. Определите количество азота в атмосфере в кг, если принять, что весь вклад в массу атмосферы вносят только такие квазипостоянные компоненты воздуха, как азот, кислород и аргон, а объемная концентрация этих элементов во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы.

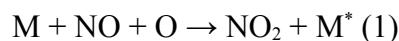
- 4) Рассчитайте, сколько тонн водорода будет ежегодно покидать атмосферу Земли и уходить в космическое пространство, если на высоте 500 км интенсивность отрыва атомов водорода увеличится до $3,5 \cdot 10^8$ атом / (см² · с).
- 5) Во сколько раз количество молекул кислорода в кубическом сантиметре воздуха на вершине Эверест (8848 м) меньше, чем среднее значение у поверхности Земли на уровне моря (при нормальном атмосферном давлении и средней температуре воздуха вблизи поверхности)?
- 6) Оцените количество кислорода, ежегодно поступающее в атмосферу Земли. Принять, что время пребывания кислорода в атмосфере составляет 5000 лет, а весь вклад в массу атмосферы вносят только такие квазипостоянные компоненты воздуха, как азот, кислород и аргон, объемная концентрация которых во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы.
- 7) Оцените время пребывания аммиака в тропосфере, если его концентрация принимается равной 0,005 мг/м³, а интенсивность поступления оценивается в 74 млн т/год в пересчете на элементный азот.
- 8) Определите среднеквадратичную скорость движения молекул водорода в приземном слое воздуха.
- 9) Среднеквадратичная скорость движения частиц на высоте 500 км соответствует температуре 1500 К. Определите, смогут ли покинуть атмосферу Земли молекулы или атомы азота, кислорода и аргона, двигающиеся на этой высоте со среднеквадратичной скоростью.
- 10) Распределение частиц по скорости броуновского движения в соответствии с уравнением Максвелла-Больцмана позволяет определить долю частиц, имеющих определенную скорость в заданном интервале скоростей:

$$\Delta N/N = 4\pi [m/(2\pi kT)]^{3/2} \cdot \exp[-mv^2/(2kT)] \cdot v^2 \Delta v.$$

Требуется определить долю атомов водорода, имеющих скорость движения 13 км/с и, следовательно, способных покинуть атмосферу Земли, в общем числе атомов, имеющих скорость в интервале от 12 до 14 км/с, на высоте, соответствующей верхней границе стандартной термосферы.

- 11) Из пробы воздуха объемом 12 л был удален диоксид серы. Объем пробы уменьшился до 11 л. Определите концентрацию SO₂ и выразите ее в % (об.), см⁻³ и млн⁻¹. Давление воздуха 101,3 кПа, температура 25 °С.
- 12) Определите максимальную длину волны излучения, способного вызвать диссоциацию молекул азота. Принять, что вся энергия фотона расходуется на процесс диссоциации, а энтальпия связи молекулы азота, равная 945,4 кДж/моль, эквивалентна энергии диссоциации.
- 13) 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 – 10¹⁰ см⁻³; O₂ – 20,95% (об.); O₃ – 10 млрд⁻¹? Константы скорости реакций окисления оксида азота кислородом и озоном равны соответственно: $k_{\text{кисл}} = 1,93 \cdot 10^{-38}$ см⁶ · с⁻¹; $k_{\text{озон}} = 1,8 \cdot 10^{-14}$ см³ · с⁻¹.
- 14) Определите максимальную концентрацию (в см⁻³, мг/м³ и млн⁻¹) молекул формальдегида в помещении кухни и его парциальное давление, если единственным источником его является трансформация 2 литров метана. Площадь кухни 10 м² и высота стен 3 м; T = 25 °С, атмосферное давление равно 730 мм рт. ст.
- 15) Какого максимального значения могут достигнуть концентрация и парциальное давление озона в приземном воздухе, если он образовался при окислении метана в присутствии оксидов азота (концентрация CH₄ равна 1,6 млн⁻¹)? При оценке следует

- считать, что озон из атмосферы не выводился. Ответ дайте в см^3 , $\text{мг}/\text{м}^3$, млн^{-1} и Па. Температура воздуха 20°C , давление 710 мм рт. ст.
- 16) Какое максимальное количество молекул формальдегида может быть обнаружено в каждом см^3 помещения ($V = 40 \text{ м}^3$), если произошла утечка 5 литров газа, содержащего 98% метана? Каково в этом случае максимально возможное парциальное давление формальдегида? Сравните максимально возможную концентрацию формальдегида в помещении с ПДК_{м.р.}, равной $0,035 \text{ мг}/\text{м}^3$. Температура 20°C , давление 1,1 атм.
 - 17) Какую максимальную концентрацию молекул формальдегида можно ожидать в воздухе, в котором содержание метана упало с 200 до 60 млн^{-1} ? Ответ дайте в млн^{-1} , см^3 и $\text{мг}/\text{м}^3$. Какого максимального значения могло достигнуть парциальное давление формальдегида? Давление воздуха равно 1,1 атм, температура 25°C .
 - 18) Сравните скорости выведения из атмосферы молекул метана при их взаимодействии с гидроксидным радикалом в приземном слое и на высоте верхней границы стандартной тропосферы. Энергия активации и предэкспоненциальный множитель для реакции взаимодействия метана с OH-радикалом равны $14,1 \text{ кДж}/\text{моль}$ и $2,3 \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ соответственно. Концентрации гидроксидных радикалов на этих высотах принять равными: $[\text{OH}]_1 = 5 \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$, $[\text{OH}]_2 = 2 \cdot 10^6 \text{ см}^{-3}$.
 - 19) В каждом кубическом сантиметре воздуха присутствует $2 \cdot 10^6$ частиц сферической формы, средний диаметр которых составляет 1 мкм. Плотность частиц равна $4 \text{ г}/\text{см}^3$. Превышается ли значение ПДК для воздуха рабочей зоны, равное $6 \text{ мг}/\text{м}^3$?
 - 20) Сравните скорость оседания аэрозолей с размерами частиц $r = 2,5 \text{ мкм}$, если их плотность составляет 2 и $5 \text{ г}/\text{см}^3$. За какое время эти частицы могут быть полностью выведены из атмосферы с высоты 1,5 м?
 - 21) В контейнер, площадь внутренней поверхности которого равна 4 м^2 , поместили 50 л загрязненного воздуха, в котором концентрация однородных аэрозольных частиц сферической формы составляла 10^6 см^{-3} . Какую часть поверхности покрыл бы этот аэрозоль, если бы частицы распределились в виде мономолекулярного слоя, а диаметр частиц составлял $5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$? Выразите концентрацию частиц в пробе загрязненного воздуха в $\text{мг}/\text{м}^3$, если их плотность равна $1 \text{ г}/\text{см}^3$.
 - 22) Какое было бы отношение концентраций NO и NO₂ в равновесной системе на высоте 11 км, если их взаимную трансформацию можно было бы ограничить следующими реакциями:



Константы скорости 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; $k_2 = 1 \cdot 10^{-12} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$.

- 23) Определите отношение скоростей реакций выведения озона при взаимодействии с NO и O(³P) на высоте 30 км, если концентрации равны: $[\text{NO}] = 5 \text{ млрд}^{-1}$, $[\text{O}(\text{}^3\text{P})] = 6 \cdot 10^4 \text{ см}^{-3}$, $[\text{O}_3] = 5,9 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$. Константы скоростей соответствующих реакций равны: $k_{\text{NO}} = 3,6 \cdot 10^{12} \exp(-1560/T) \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$, где T – температура реакции, и $k_{\text{O}(\text{}^3\text{P})} = 1,8 \cdot 10^{-11} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$.
- 24) Напишите формулы фреонов Ф-123, Ф-11. Какой из этих фреонов более опасен для озонового слоя?
- 25) Представьте в кодированной форме фреона следующие хлорфторуглеводороды: а) $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{F}$; б) CF_3CHCl_2 .
- 26) На сколько градусов может измениться средняя глобальная температура, если при прочих равных условиях в результате антропогенной деятельности среднее значение альbedo Земли изменится на 20%?

Вопросы для коллоквиума

- 1) На каких фактах основываются современные представления о возникновении Вселенной?
- 2) Какие основные аргументы приводятся при критике и доказательстве правоты различных теорий возникновения жизни на Земле?
- 3) С чем связана опасность нарушения хиральной чистоты биосферы?
- 4) Какие изменения происходят в спектре солнечного излучения при изменении фазы активности Солнца?
- 5) Что такое «солнечная постоянная»?
- 6) Каков спектральный состав солнечного излучения и какими процессами он обусловлен?
- 7) Как меняется спектр солнечного излучения при прохождении через атмосферу Земли? Почему происходят изменения спектра? Приведите уравнения основных реакций.
- 8) Нарисуйте и объясните зависимость температуры атмосферы от высоты над уровнем моря.
- 9) Как изменяются содержание основных компонентов атмосферы и давление с изменением высоты?
- 10) Дайте определение понятий: источники, стоки, время жизни примесей в атмосфере.
- 11) В каких единицах принято выражать содержание основных и примесных газов в атмосфере?
- 12) Как меняется содержание озона в атмосфере с изменением высоты над уровнем моря, географической широты, времени года?
- 13) Можно ли сравнить концентрацию озона, выраженную в единицах Добсона (eД) и в ppm?
- 14) Что такое «нулевой» цикл озона?
- 15) Какие процессы приводят к нарушению «нулевого» цикла озона? Приведите уравнения реакций.
- 16) Какие процессы приводят к прерыванию хлорного, водородного и азотного циклов, нарушающих «нулевой» цикл озона? Приведите уравнения реакций.
- 17) Что такое озоновый слой планеты, что такое «озоновая дыра»?
- 18) Проанализируйте причины образования «озоновых дыр» над Антарктидой.
- 19) Каковы основные источники и пути поступления хлорфторуглеводородов и оксидов азота в тропосферу и стратосферу?
- 20) Как кодируют хлорфторуглеводороды в соответствии с системой, предложенной фирмой Дюпон?
- 21) Как меняются основные пути стока и время жизни хлорфторуглеводородов в зависимости от их состава?
- 22) Как менялась концентрация озона в атмосфере в конце 20-го века?
- 23) Приведите примеры международных соглашений в области сохранения озонового слоя планеты.
- 24) Почему свободные радикалы, озон и другие окислители, концентрация которых значительно ниже, чем у кислорода, играют основную роль в процессах окисления примесей в атмосферном воздухе?
- 25) Назовите основные источники образования и стоки гидроксидного и гидропероксидного радикалов в атмосфере. Приведите уравнения реакций.
- 26) Какие причины приводят к возникновению температурных инверсий в тропосфере?
- 27) Как связаны значения температурного градиента в тропосфере с устойчивостью атмосферы?
- 28) Дайте характеристику природных и антропогенных источников поступления соединений серы в атмосферу.
- 29) Какие процессы приводят к стоку диоксида серы из тропосферы? Каковы особенности процесса глобального переноса соединений серы?

- 30) Дайте характеристику стратосферной части атмосферного цикла неорганических соединений серы.
- 31) Охарактеризуйте источники, масштабы поступления и пути стока соединений азота в его атмосферном цикле.
- 32) Каковы особенности поведения гемеоксида азота (N_2O) в атмосфере?
- 33) Назовите основные источники и оцените масштабы поступления органических соединений в атмосферу.
- 34) Приведите схему основных направлений процесса фотохимического окисления метана и его гомологов.
- 35) Почему в процессе окисления метана и его гомологов в присутствии оксидов азота возможно образование озона? Приведите уравнения реакций.
- 36) Охарактеризуйте основные условия устойчивости дисперсных систем в атмосфере.
- 37) Назовите источники аэрозольных частиц и охарактеризуйте аэрозольные частицы в атмосфере по их размерам.
- 38) Приведите основные методы классификации аэрозолей и функции распределения аэрозольных частиц по размерам.
- 39) Назовите сходства и различия условий образования смога в Лондоне и Лос-Анджелесе.
- 40) Какие процессы могут протекать при окислении выхлопных газов автомобилей в атмосферном воздухе? Что такое ПАН? Приведите уравнения реакций.
- 41) Какую среднюю температуру можно было бы ожидать на планете в соответствии с данными радиационного баланса? Подтвердите это расчетом. Почему средняя глобальная температура выше рассчитанных значений?
- 42) Сравните спектры поступающего на Землю от Солнца и испускаемого Землей излучения со спектрами поглощения молекул диоксида углерода и паров воды.
- 43) Что такое «окна прозрачности» в атмосфере и как их можно «закрыть»?
- 44) Как менялось содержание диоксида углерода в атмосфере в различные периоды истории Земли?
- 45) Как изменяется концентрация диоксида углерода в атмосфере в последние двести лет?
- 46) Что такое «парниковый эффект»? Какие газы вносят заметный вклад в «парниковый эффект»?
- 47) Какие международные документы направлены на ограничение поступления парниковых газов в атмосферу?
- 48) Какое влияние оказывает увеличение концентрации аэрозолей в атмосфере на климат планеты?
- 49) Что такое «ядерная ночь» и «ядерная зима»?

Тема 5. «Физико-химические методы очистки отходящих газов»

Перечень вопросов для отчета по лабораторной работе

- 1) Абсорбционные методы.
- 2) Адсорбционные методы.
- 3) Каталитические методы.
- 4) Очистка газов от кислых компонентов.
- 5) Очистка газов от диоксида углерода.
- 6) Очистка газов от сероводорода.
- 7) Очистка газов от диоксида серы.
- 8) Очистка газов от оксидов азота.
- 9) Методы снижения выбросов в атмосферу углеводородов и их производных.
- 10) Рекуперация углеводородов и их производных.
- 11) Каталитический дожиг выбросов.
- 12) Рассеивание вредных выбросов в атмосфере.

Тема 6. «Химия гидросферы»

Перечень вопросов для отчета по лабораторной работе

- 1) Основы гидрохимии. Классификация природных вод. Главные ионы.
- 2) Кислотность природных вод.
- 3) Растворенные газы. Биогенные вещества.
- 4) Органические вещества. Микроэлементы.
- 5) Антропогенное эвтрофирование водоемов.
- 6) Формы существования ионов переходных металлов в природных водоемах.
- 7) Внутриводоемные окислительно-восстановительные процессы.
- 8) Формирование химического состава природных вод.
- 9) Физико-химические факторы формирования химического состава природных вод.
- 10) Роль донных отложений в формировании химического состава водной среды.

Перечень задач для контрольной работы

- 1) Выразите содержание главных катионов и главных анионов для среднего состава речной воды в промилле и миллимолях на литр.
- 2) Представьте в виде формулы средний состав речной воды, в которой концентрация растворенного диоксида углерода составляет 1000 мг/л.
- 3) Сколько граммов поваренной соли (NaCl) содержится в 1 кг морской воды, отобранной в одном из заливов Северного моря, если ее хлорность равна 20 ‰?
- 4) К какому классу вод по минерализации следует отнести природные воды, состав которых соответствует среднему составу морской воды? При оценке принять: а) другие примеси в воде отсутствуют; б) плотность воды равна 1000 г/л; в) при экспериментальном определении минерализации все ионы гидрокарбоната перейдут в карбонат-ионы, а остальные ионы полностью переходят в безводные соли, устойчивые при 105 °С.
- 5) Охарактеризуйте средний состав речной воды в соответствии с классификацией, разработанной О.А. Алекиным.
- 6) На сколько молей уменьшится равновесное содержание кислорода в каждом литре верхнего слоя воды природного водоема при увеличении температуры приземного воздуха с 5 до 25 °С, если парциальное давление кислорода не изменилось, концентрация кислорода соответствует средним для приземного слоя значениям, давление воздуха соответствует стандартным значениям? Парциальным давлением паров воды можно пренебречь.
- 7) Какая из двух природных вод более агрессивна по отношению к гипсу ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), если активность катионов кальция и анионов SO_4^{2-} для первой и второй воды составляют:

$$a_1(\text{Ca}^{2+}) = 10^{-2,5} \text{ моль/л};$$

$$a_2(\text{Ca}^{2+}) = 10^{-2,7} \text{ моль/л};$$

$$a_1(\text{SO}_4^{2-}) = 10^{-1,7} \text{ моль/л};$$

$$a_2(\text{SO}_4^{2-}) = 10^{-2,3} \text{ моль/л?}$$

Активность гипса в твердой фазе принять равной единице.

- 8) Какой процесс – растворение или осаждение гипса – будет происходить при его контакте с природной водой, в которой активности катионов кальция и анионов SO_4^{2-} составляют

- $10^{-3,5}$ и $10^{-2,2}$ моль/л соответственно? Температура и давление соответствуют стандартным условиям.
- 9) Какой из минералов, не содержащих примесей, - гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) или ангидрит (CaSO_4) – более устойчив в водном растворе при нормальном атмосферном давлении и температуре 60°C ?
 - 10) Сколько миллиграммов ионов фтора может содержаться при нормальных условиях 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 ПДК ионов фтора в водоемах рыбохозяйственного назначения, которая составляет $\text{ПДК}_{\text{р.х.}} = 0,75\text{ мг/л}$.
 - 11) Определите значение общей и карбонатной жесткости для среднего состава атмосферных осадков. Ответ дайте в молях на литр, немецких, французских и американских градусах жесткости. К какой группе вод по величине жесткости следует отнести эти воды? Принять плотность воды равной 1 кг/л .
 - 12) Какое значение pH наблюдалось в дождевой воде, находящейся в равновесии с атмосферным воздухом, содержащим в качестве примесей («активных компонентов») лишь диоксид углерода, в эпоху оледенения, если его содержание в приземном воздухе составляло 200 млн^{-1} ? На сколько единиц изменился pH к настоящему времени при содержании CO_2 в атмосферном воздухе $0,035\%$ (об.)? Принять температуру воздуха равной 298 K , давление равным $101,3\text{ кПа}$, парциальное давление паров воды равным $0,031\text{ атм}$.
 - 13) Какое значение pH следует ожидать у дождевой воды, находящейся в равновесии с атмосферным воздухом, содержащим $0,035$ (об.) диоксида углерода, $1,5\text{ млрд}^{-1}$ диоксида серы и $1,2\text{ млрд}^{-1}$ аммиака? Температура воздуха равна 298 K , давление $101,3\text{ кПа}$; парциальное давление паров воды принять равным $3,16\text{ кПа}$. Какой вклад (в %) вносят эти примеси в процесс закисления дождевой воды?
 - 14) Постройте зависимость доли соответствующего компонента от pH раствора (распределительную диаграмму) для системы $\text{SO}_2\text{--H}_2\text{O}$. Какие ионы или молекулы, характерные для этой системы, будут находиться в растворе, если его pH соответствует: а) значению pH идеального дождя? б) значению pH закисленного водоема (3-я стадия закисления)?
 - 15) Проба природной воды имеет щелочность, равную $1,5\text{ ммоль/л}$, значение pH этой воды равно 7 , температура 298 K . Оцените концентрацию компонентов карбонатной системы в данной пробе. Каким будет парциальное давление диоксида углерода в воздухе, находящемся в равновесии с этой водой? Какие значения концентраций компонентов карбонатной системы будут наблюдаться в этой воде, если контакт с воздухом будет нарушен (поступления CO_2 не будет), а в результате протекания фотосинтеза pH станет равным $10,5$? Процессы растворения или осаждения карбонатов в системе не происходили. Принять коэффициенты активности компонентов карбонатной системы равными единице.
 - 16) Какое количество мг/л органического вещества условной формулы CH_2O могло образоваться в водоеме в процессе фотосинтеза, если был нарушен контакт с воздухом и карбонатными породами, растворения или выделения диоксида углерода и карбоната кальция не происходило? Щелочность воды в исходном растворе составляла $\text{Щ} = 1,5\text{ ммоль/л}$, $\text{pH} = 7$. В процессе фотосинтеза pH увеличился до значения $10,5$. Процесс протекал при нормальном давлении и температуре 298 K .
 - 17) Как изменится pH в водоеме в результате процесса фотосинтеза, если поступление CO_2 отсутствует? Температура водоема 25°C , щелочность воды $1,5\text{ ммоль/л}$, начальное значение $\text{pH} = 7,8$. В процессе фотосинтеза в каждом литре воды образовалось 25 мг органических соединений условной формулы CH_2O .

- 18) Определите среднее значение жесткости и щелочности воды в реке Сырдарья. Запишите ее средний состав в виде формулы. К какому типу, классу по О.А. Алекину следует отнести эти воды?

Средний состав воды в реке Сырдарья в (млн⁻¹):

Na⁺ - 139; Cl⁻ - 100;

Mg²⁺ - 56; SO₄²⁻ - 453;

Ca²⁺ - 93; HCO₃⁻ - 173.

- 19) Какое значение рН 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 (CaCO₃), в 2080 г.? Ожидается, что концентрация диоксида углерода в воздухе к 2080 г. достигнет 600 млн⁻¹. Температура равна 298 К, общее давление воздуха – 101,3 кПа, парциальное давление паров воды – 3160 Па. При оценке принять, что коэффициенты активности всех компонентов равны единице.
- 20) 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 (CaCO₃)? Концентрация диоксида углерода в воздухе равна 600 млн⁻¹, температура равна 298 К, общее давление воздуха – 101,3 кПа, парциальное давление паров воды – 3160 Па. При оценке принять, что коэффициенты активности всех компонентов равны единице.
- 21) Определите рН воды в равновесии с CO₂ атмосферы и магнезитом (MgCO₃), если концентрация в воздухе CO₂ – 342 ppm, температура 25 °С.
- 22) На какую максимальную глубину за счет растворения карбоната кальция в выпадающей на плато дождевой воде может опуститься уровень природного известнякового плато к 3000 году, если дождевая вода полностью стекает с поверхности плато, но лишь после установления равновесия между дождевой водой, карбонатом кальция (кальцитом) и атмосферным воздухом? Уровень осадков, выпадающих на плато в течении этого периода, принять одинаковым и равным 900 мм/год. Температура все время составляла 298 К, давление – 101,3 кПа; концентрация диоксида углерода в атмосферном воздухе стабилизируется на уровне 0,060% (об.). Плотность известняка принять равной 2,7 г/см³. В качестве «активной» примеси в воздухе присутствует только диоксид углерода.
- 23) Определите отношение активностей ионов Fe²⁺ и Fe³⁺ в водоеме, интенсивно аэрируемом воздухом, при давлении 95 кПа, рН 8,3, температуре 25 °С и парциальном давлении P_{H₂O} = 3170 Па.
- 24) Какое значение будет иметь редокс-уровень системы, определяемый верхней границей устойчивости воды, если парциальное давление кислорода в находящемся в равновесии с подземной водой воздухе снизится с 1 атм до 0,01 атм, а рН раствора будет равен 5?
- 25) Какое парциальное давление кислорода должно соответствовать редокс-уровню системы, в которой протекает анаэробный процесс восстановления диоксида углерода до метана (pe⁻ = -4,2), при наступлении равновесия, если рН раствора равен 8,3?
- 26) Какое максимальное количество мг органических веществ общей формулы C₁₀₆H₂₆₃O₁₁₀N₁₆P может быть окислено за счет растворенного кислорода (при высоких значениях pe⁻) в каждом литре природной воды, находящейся в равновесии с приземным воздухом (температура 298 К, общее давление 101,3 кПа, парциальное давление паров воды – 3,1 · 10³ Па), если контакт с воздухом был прерван и поступление дополнительного кислорода в процессе окисления отсутствовало?
- 27) Какой минимальный объем природной воды необходим для растворения сероводорода, образовавшегося при окислении 15 г сахара в процессе сульфат-редукции, если весь выделившийся сероводород переходит в раствор, в котором концентрация H₂S не превышает значений подпороговой концентрации, определяемой по запаху (ППК_(опр) = 0,05 мг/л)? Сахар имеет брутто-формулу C₁₂H₂₂O₁₁.

- 28) Определите максимально возможное количество сероводорода в зоне гипolimниона в период летней стратификации (кг, л), если значение p_e^- соответствовало процессу сульфат-редукции и в водоем в течении 45 суток поступало 3 ммоль/ч фосфора (P) в виде растворенных фосфатов. Фосфор полностью расходовался на развитие фитопланктона ($C_{106}H_{263}O_{110}N_{16}P$), который в эпимлионе и зоне термоклина не окислялся.

Вопросы для коллоквиума

- 1) Какие проблемы гидросферы вы отнесли бы к глобальным? Почему?
- 2) С какими аномальными свойствами воды связано влияние гидросферы на климат?
- 3) Как выразить концентрацию примесей в воде в промилле?
- 4) Дайте характеристику гидрологического цикла на суше и в океане. Что такое «бессточные» районы?
- 5) В каком виде может находиться вода в гидросфере?
- 6) Какие способы классификации природных вод вы знаете?
- 7) Какие единицы используются для выражения концентрации воды при записи ее состава в виде формулы Курлова? Как можно их рассчитать исходя из концентрации, выраженной в процентах массовых?
- 8) Какие ионы и в каком количестве следует ожидать в атмосферных осадках: а) на побережье океана; б) в аридных зонах; в) в районах интенсивной вулканической деятельности?
- 9) Сформулируйте закон Дитмара. Для решения каких практических задач он используется?
- 10) Назовите отличительные признаки грунтовых вод, артезианских вод и верховодки.
- 11) Какие анионы и катионы, содержащиеся в природных водах, называют главными? Почему?
- 12) Какие природные источники поступления главных ионов в подземные воды вы знаете?
- 13) Как и почему по данным о минерализации природных вод можно предсказать их ионный состав?
- 14) Почему происходит изменение химического состава воды в реках по их течению?
- 15) Как на основании термодинамических данных оценить растворимость минералов в воде? Какие критерии устойчивости минералов вы знаете?
- 16) Что такое «агрессивность» природных вод?
- 17) Что такое «неустойчивость» минералов?
- 18) Для каких целей удобно использовать понятия: а) «агрессивности» природных вод; б) «неустойчивости» минералов?
- 19) В чем различие понятий «произведение растворимости» и «константа равновесия процесса растворения»?
- 20) Какую величину — произведение растворимости или константу равновесия процесса растворения — можно рассчитать на основании термодинамических данных? Какие термодинамические данные необходимы для выполнения этого расчета?
- 21) Как связаны между собой значения произведения растворимости и константы равновесия процесса растворения?
- 22) От каких физико-химических параметров системы зависит значение: а) произведения растворимости; б) константы равновесия процесса растворения?
- 23) Какие факторы, характеризующие природные системы, следует принимать во внимание при оценке константы равновесия процесса растворения?
- 24) Что такое жесткость воды и в каких единицах она измеряется?
- 25) Как классифицируют природные воды по величине жесткости? Какую жесткость имеют природные воды, наиболее широко представленные в вашей местности?
- 26) Какие компоненты входят в состав карбонатной системы природных водоемов?

- 27) Равновесия между какими компонентами природных систем определяются законом Генри?
- 28) Какие параметры природных систем определяют величину константы Генри?
- 29) Какое значение рН должны иметь атмосферные осадки, если «активные» примеси в атмосферном воздухе представлены только диоксидом углерода?
- 30) Как может измениться рН атмосферных осадков, если в атмосферном воздухе помимо диоксида углерода появится: а) аммиак; б) диоксид серы?
- 31) Что такое кислотные дожди? С присутствием каких соединений в атмосферном воздухе связано их образование?
- 32) В чем особенность описания карбонатных равновесий для морской воды?
- 33) Что такое смешанные константы диссоциации угольной кислоты?
- 34) Какие зоны, связанные со степенью насыщения воды карбонатом кальция, выделяют в океане?
- 35) С чем связана особенность растворения карбонатных пород в природных водах?
- 36) Какие уравнения используются для описания карбонатной системы при равновесии с карбонатом кальция и воздухом, содержащим диоксид углерода?
- 37) Как связано содержание ионов водорода в природных водах, находящихся в равновесии с карбонатными породами и диоксидом углерода, с парциальным давлением CO_2 в воздухе?
- 38) Как связано содержание ионов кальция в природных водах, находящихся в равновесии с карбонатными породами и диоксидом углерода, с парциальным давлением CO_2 в воздухе?
- 39) Какое значение рН будут иметь поверхностные воды, находящиеся в равновесии с карбонатными породами и диоксидом углерода, содержащимся в приземном слое воздуха?
- 40) Какую минимальную жесткость будут иметь поверхностные воды, находящиеся в равновесии с карбонатными породами и диоксидом углерода, содержащимся в приземном слое воздуха?
- 41) Что такое щелочность природных вод?
- 42) Как экспериментально определяют щелочность природных вод?
- 43) Как рассчитать щелочность природных вод, зная содержание компонентов карбонатной системы и рН раствора?
- 44) Что такое распределительная диаграмма? Для характеристики каких параметров природных систем удобно использовать распределительные диаграммы?
- 45) При каких условиях и почему в процессе фотосинтеза, протекающего в природном водоеме, может увеличиться значение рН?
- 46) Какое значение щелочности будут иметь поверхностные воды, находящиеся в равновесии с карбонатными породами и диоксидом углерода, содержащимся в приземном слое воздуха?
- 47) Что может произойти в водоеме, если его щелочность уменьшится в десять раз?
- 48) Какие этапы закисления природных водоемов вы знаете?
- 49) Что происходит с экологической системой водоема на различных этапах его закисления?
- 50) С чем связана особая опасность контакта закисленных природных вод с соединениями алюминия и тяжелых металлов?
- 51) Назовите основные особенности протекания окислительно-восстановительных процессов в природных водах.
- 52) В каких единицах принято измерять величину окислительно-восстановительного потенциала природных вод?
- 53) Какая связь существует между значениями pe^- и E_h для одной и той же природной воды?
- 54) Какие окислительно-восстановительные процессы называют верхней и нижней границами устойчивости воды? Приведите уравнение реакции.

- 55) Как меняется значение редокс-уровня для верхней и нижней границ устойчивости воды в зависимости от рН раствора?
- 56) Опишите основные принципы построения диаграмм pe^- — рН. Для каких целей используются эти диаграммы?
- 57) Что такое редокс-буферность природных вод? С протеканием каких процессов она связана?
- 58) Что такое стратификация природных водоемов? С какими причинами может быть связана стратификация водоемов?
- 59) Чем отличаются олиготрофные и эвтрофные водоемы в период стратификации?
- 60) С протеканием каких процессов связана возможность появления сероводорода в зоне гипolimниона эвтрофного водоема в период стратификации?
- 61) Почему периоды водообмена в эвтрофном водоеме наиболее опасны для жизни рыб?
- 62) Почему даже после прекращения поступления избытка питательных веществ водоем медленно выходит из эвтрофного состояния?
- 63) Как меняется с глубиной содержание кислорода в воде открытого океана?
- 64) Как может происходить образование анаэробных зон в океанах и морях?
- 65) Дайте характеристику основных особенностей окислительно-восстановительных процессов в подземных водах.
- 66) Как принято характеризовать интенсивность водной миграции химических элементов?
- 67) Что такое геохимический барьер?

Тема 7. «Процессы самоочищения водных экосистем»

Перечень вопросов для отчета по лабораторной работе

- 1) Виды загрязнений водной среды.
- 2) Физико-химические процессы самоочищения.
- 3) Микробиологическое самоочищение.
- 4) Химические процессы самоочищения.
- 5) Гидролиз загрязняющих веществ.
- 6) Фотолитиз загрязняющих веществ в водной среде.
- 7) Окисление загрязняющих веществ.

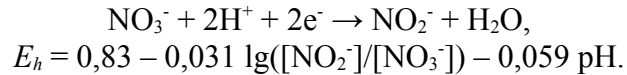
Тема 8. «Физико-химические процессы в почвах»

Перечень вопросов для отчета по лабораторной работе

- 1) Элементный состав почв.
- 2) Органические вещества почвы.
- 3) Поглощительная способность почв.
- 4) Проблемы загрязнения почвенных экосистем.
- 5) Загрязнение почв удобрениями.
- 6) Загрязнение почв пестицидами.
- 7) Изменение почв под влиянием кислотных выпадений.
- 8) Аэрогенное загрязнение почвы тяжелыми металлами.
- 9) Вторичное засоление почвы.

Перечень задач для контрольной работы

- 1) Первой стадией денитрификации является восстановление нитратов до нитритов. Нитриты характеризуются малым временем жизни, восстанавливаясь далее до N_2 и N_2O . Уравнение этой первой стадии таково:



Рассчитайте соотношение между E_h и рН для случая, когда половина NO_3^- будет восстановлена и $[\text{NO}_3^-] = [\text{NO}_2^-]$.

- 2) Рассчитайте потери Р, S и N на 1 га в 250 мм дренажной воды, если концентрации этих элементов составляли соответственно 0,02; 2,5 и 12 мг/л.
- 3) Рассчитайте поступление серы в кг S/(га·год), если головое количество осадков составляет 980 мм, общая концентрация в них S равна 1,5 мг/л. При условии, что поступление диоксида серы в виде сухих выпадений и осадков составляет 12 кг S/(га·год) и его окисление в почве происходит по уравнению:



рассчитайте поступление H^+ , связанное с SO_2 , в кг H^+ /(га·год).

- 4) В почву были внесены азотные удобрения (NH_4NO_3) в количестве 110 кг N/га. Какова масса использованного удобрения, если оно содержит 96% действующего вещества?

При условии, что весь NH_4 нитрифицируется, вычислите увеличение концентрации нитратного азота в почвенном растворе, если удобрение равномерно смешивается с 2600 т почвы при содержании в ней воды 20 г $\text{H}_2\text{O}/100$ г сухой почвы. При условии, что в процессе нитрификации выделяется 2 моль H^+ на каждый моль минерализованного NH_4^+ , рассчитайте изменение рН почвы. Ее буферная емкость равна 60 ммоль H^+ /(кг·рН).

- 5) Урожай сельскохозяйственной культуры равен 12 т сухого вещества на 1 га. Культура содержит 16 г N/кг сухого вещества. Какую массу азотного удобрения необходимо внести на гектар, чтобы компенсировать вынос N с урожаем?
- 6) Рассчитайте массу каждого из следующих веществ, которая могла бы обеспечить поступление 40 мг N/кг сухой почвы: NH_4NO_3 ; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; мочевины; сухой навоз, содержащий 1,6% N.
- 7) Для выращивания сельскохозяйственных культур постоянное пастбище распахали и использовали в течение 30 лет. За этот период содержание органического C уменьшилось с 3,0 до 2,1%. Если соотношение C:N остается равным 10:1, найдите, сколько минерального N выделялось в среднем за год. Примите, что масса почвы равна 2600 т/га.

На другом поле посеяли траву и не распахивали его в течение 30 лет. За этот период содержание C в почве увеличилось с 1,6 до 2,3%. Предполагая соотношение C:N равным 10:1, рассчитайте, сколько N должно было в среднем поступать ежегодно в почву, чтобы обеспечить его накопление?

- 8) При выжигании некоторого участка леса образовалось 18 т золы/га. Она содержала: 7,9% Ca^{2+} ; 1,6% Mg^{2+} и 2,6 K^+ . Рассчитайте поступление этих трех питательных веществ в кг/га. Золу заделывают в слой почвы 0-15 см, масса которого 2000 т/га. Если питательные вещества растворились и стали обменными, рассчитайте их поступление в смоль (p^+)/кг. Приняв, что буферная емкость почвы составляла 6 смоль OH^- /(кг·рН), рассчитайте изменение рН в этом слое, обусловленное внесением золы. Предположите, что катионы в золе находятся в форме оксидов, гидроксидов и карбонатов и что их известковый эффект (смоль OH^-) равен их количеству, выраженному в сантимольях заряда катионов.
- 9) При определении в почве подвижного калия были использованы следующие данные: масса навески воздушно-сухой почвы – 10 г, объем водной вытяжки – 50 мл, концентрация ионов K^+ в вытяжке – 14,3 мкг K^+ /мл. Определите содержание подвижного калия в 1 кг почвы.

- 10) Рассчитайте количество K_2SO_4 , которое необходимо внести в почву, чтобы обеспечить в ней содержание экстрагируемого K^+ , равное 36 кг/га.
- 11) Радиус зоны истощения запасов фосфата вокруг корня растения увеличивается примерно пропорционально корню квадратному из времени: $r = 0,32t^{1/2}$, где t – время, сутки. Исходя из этого уравнения, рассчитайте время, необходимое для развития зоны истощения радиусом 5 мм.
- 12) Для понижения кислотности почву подвергают известкованию. В результате известкования почвы в ней протекают химические реакции. Приняв, что ионы водорода вступают в реакцию с $CaCO_3$ только в стехиометрическом соотношении 2:1, рассчитайте объем газа (при н.у.), который выделяется при обработке 250 л воды с pH 3,3 избытком $CaCO_3$.
- 13) При недостатке азота в почве листва яблонь становится бледно-зеленой, рано желтеет и опадает, рост веток замедляется. Какой объем 2%-го раствора нитрата аммония (плотность раствора 1006 г/л) следует использовать для подкормки яблоневого сада площадью 200 м² при норме внесения этого удобрения на суглинистых почвах, равной 50 г/м²?
- 14) Если в почве не хватает фосфора, то листья яблони становятся мелкими, темно-зелеными с голубым, а иногда с бронзовым или пурпурным оттенком. Засыхающие листья – очень темные. Цветение яблонь, голодающих без фосфора, задерживается, а плоды получаются кислыми. Норма внесения в почву двойного суперфосфата $Ca(H_2PO_4)_2$ составляет 32 г/м², а площадь фруктового сада – 700 м². Какой объем воды потребуется для приготовления 4%-го раствора всего $Ca(H_2PO_4)_2$, вносимого в почву по этой норме?
- 15) Если в почве имеется избыток азотных удобрений, то в плодах, ягодах и корнеплодах могут накопиться вредные для здоровья соли – нитраты. Среди овощей больше всего способны накапливать нитраты укроп, салат и петрушка, в меньшей степени – свекла, капуста и морковь. Картофель, помидоры и яблоки почти не накапливают нитратов: их содержание в этих продуктах редко превышает 100 мг/кг (в расчете на KNO_3) при допустимой норме 200 мг/кг. Можно ли употреблять в пищу капусту, содержащую $2,2 \cdot 10^{-3}$ моль KNO_3 /кг?

Вопросы для коллоквиума

- 1) В чем отличие понятий «горная порода» и «минерал»?
- 2) В чем сходство и различие процессов выветривания и почвообразования?
- 3) Что такое глина, ил?
- 4) В каком виде и почему в почвах происходит накопление органических соединений?
- 5) Какие функциональные группы гумусовых веществ вносят основной вклад в катионообменную способность почв?
- 6) Почему величина емкости катионного обмена для большинства почв зависит от pH?
- 7) В чем заключается сущность и научное новаторство идей В. И. Вернадского о «живом веществе»?
- 8) Дайте определение понятий «биосфера», «почва».
- 9) Охарактеризуйте основные представления о цикличности миграции вещества при участии живых организмов.
- 10) Опишите основные механизмы взаимодействия атмосферы, гидросферы и литосферы с процессами, происходящими в почве.
- 11) Для решения каких актуальных общемировых проблем принципы биогеохимии приоритетны?
- 12) Каковы главные особенности физико-химических процессов, происходящих в почве?
- 13) Каковы принципиальные различия в поведении главных и рассеянных элементов в земной коре?

- 14) Изложите представления В. И. Вернадского о рассеянии химических элементов и формах их существования.
- 15) Перечислите распространенные формы существования элементов в земной коре.
- 16) Дайте определение геохимических параметров «кларк» и «кларк концентрации» применительно к земной коре.
- 17) Дайте определение понятия «микроэлементы», расскажите об их биологическом значении.
- 18) Раскройте понятие «биохимический круговорот»; назовите отличительные черты биохимического круговорота в гидросфере и почве.
- 19) Какие элементы наиболее активно вовлекаются в биохимический круговорот и какие являются наиболее инертными? Рассмотрите классификацию элементов по интенсивности их вовлечения в биохимический круговорот.
- 20) В каких формах находится кислород, выделяемый живыми организмами в почве?
- 21) Какие условия необходимы для протекания процессов денитрификации?
- 22) Рассмотрите внутрипочвенные биогеохимические циклы газов, осуществляющиеся бактериальными системами.
- 23) В каких почвах продуцируется наибольшее количество CO_2 ?
- 24) Изложите представления о двух главных группах специфических органических соединений в почвах.
- 25) Какие две противоположно направленные функции выполняет гумус почвы по отношению к рассеянными металлам?
- 26) Какова общая направленность биогеохимической трансформации минерального вещества почвы?
- 27) Назовите главные закономерности перераспределения тяжелых металлов при биогеохимической трансформации минерального вещества почвы.
- 28) Каков механизм фиксации избыточных масс тяжелых металлов и близких им поливалентных элементов в почвах?
- 29) Какие данные необходимы, чтобы рассчитать содержание того или иного элемента на единице площади (в г/м^2 или т/км^2)?
- 30) Почему большую часть циклических процессов массообмена, протекающих в биосфере, можно классифицировать как биогеохимические?
- 31) Каковы источники поступления химических элементов, вовлекаемых в глобальные миграционные циклы в биосфере?
- 32) Чем обусловлено различие времен оборота масс углерода, связанных в живом веществе суши и океана?
- 33) Изменялись ли на протяжении геологической истории массы углерода, выводимые из глобальных циклов?
- 34) Назовите основные звенья глобального цикла азота. Перечислите основные формы существования почвенного азота.
- 35) Какие главные различия можно выделить в структурах глобальных циклов массообмена калия и кальция?
- 36) В чем заключается проблема распределения масс кальция в биосфере?
- 37) Для какого из питательных элементов глобальный цикл массообмена отличается наименьшей замкнутостью?
- 38) Каковы роль и особенности поведения тяжелых металлов в биосфере?
- 39) Перечислите основные процессы миграции тяжелых металлов в окружающей среде. Какова роль в этих процессах живых организмов?
- 40) Как меняется интенсивность биологических процессов в почвах (масса живого вещества, приходящаяся на единицу площади суши)? Опишите сезонные закономерности этих процессов.
- 41) Какие факторы могут оказывать существенное влияние на интенсивность физико-химических процессов в почве?

- 42) Какое значение имеет аккумуляция органического вещества в почве?
- 43) Каковы главные формы аккумуляции металлов в почвах?
- 44) Каковы главные условия усиления миграции металлов в почвах?
- 45) Проанализируйте динамику воздействия антропогенных факторов на биогеохимические процессы в почвах.
- 46) Проанализируйте деформацию глобальных, региональных и локальных биогеохимических циклов в результате производственной деятельности человеческого общества.
- 47) Какие глобальные проблемы возникают в результате включения в природный цикл углерода масс CO_2 индустриального происхождения?
- 48) Каковы последствия техногенной эмиссии диоксида серы? Какие территории подвержены «кислотным дождям» и где это явление отсутствует?
- 49) Охарактеризуйте основные элементы структуры земной коры.
- 50) Перечислите основные породообразующие минералы.
- 51) Перечислите основные особенности условий образования горных пород.
- 52) Что понимается под термином «почвообразование»?
- 53) Охарактеризуйте основные механизмы почвообразования.
- 54) Перечислите механические элементы почвы.
- 55) Дайте определение «почва».
- 56) Охарактеризуйте составные части почв: почвенный раствор, почвенный воздух и твердую фазу почв.
- 57) Укажите основные различия между органическими остатками и гумусом.
- 58) Перечислите принципы разделения веществ, составляющих гумус.
- 59) Какие неспецифические органические вещества поступают в почву с остатками растительного происхождения?
- 60) Расшифруйте понятие «органоминеральное соединение».
- 61) Перечислите виды поглотительной способности почв.
- 62) Какой показатель может охарактеризовать кислотность или щелочность почв?
- 63) Назовите основные источники ионов водорода в почвах.
- 64) Охарактеризуйте основные источники и пути трансформации соединений фосфора в почвах.
- 65) Какие глобальные проблемы связаны с чрезмерным использованием азотных удобрений? Приведите уравнения соответствующих химических реакций.
- 66) Какие факторы определяют оптимальное значение pH почвы?
- 67) Какие вещества можно использовать для раскисления почв?
- 68) Какие методы физико-химического анализа можно использовать при исследовании почв? Какую информацию при этом можно получить?

Вопросы и задания для тестирования

- 1) Содержание озона в атмосфере над географической точкой составило 350 еД. Была ли превышена средняя для этого района концентрация озона, равная 35 мкг/м^3 ?
 - а) единицы измерений несопоставимы;
 - б) да, в 1,3 раза;
 - в) нет, она была в 1,2 раза меньше;
 - г) нет, эти значения равны;
 - д) да, концентрация была на 10% больше.
- 2) Какие изменения связаны с увеличением солнечной активности?
 - а) значительно увеличивается поток солнечной энергии;
 - б) заметно увеличивается температура в приземном слое атмосферы;
 - в) в спектре Солнца значительно возрастает доля видимого излучения;

- г) в спектре Солнца значительно возрастает доля инфракрасного излучения;
д) в спектре Солнца значительно возрастает доля жесткого излучения.
- 3) Основную роль в инициировании процессов окисления примесей в тропосфере играют:
- а) кислород воздуха;
 - б) озон;
 - в) свободные радикалы;
 - г) оксиды азота;
 - д) жесткое излучение.
- 4) Концентрация озона в атмосфере по мере удаления от Земли:
- а) экспоненциально уменьшается с увеличением расстояния от поверхности Земли;
 - б) экспоненциально увеличивается с увеличением расстояния от поверхности Земли;
 - в) достигает максимального значения в термосфере;
 - г) достигает максимального значения в стратосфере;
 - д) достигает максимального значения в мезосфере.
- 5) Явление локальной температурной инверсии в тропосфере обусловлено:
- а) изменением солнечной активности;
 - б) изменением температурного градиента в тропосфере;
 - в) изменением альбеда поверхности Земли;
 - г) ростом выбросов углекислого газа;
 - д) резким изменением атмосферного давления;
 - е) изменением влажности воздуха.
- 6) Основной вклад в антропогенное загрязнение атмосферы соединениями серы вносят:
- а) выбросы вулканов;
 - б) океанические аэрозоли;
 - в) выбросы предприятий химической промышленности;
 - г) выбросы автомобильного транспорта;
 - д) выбросы ТЭС, работающих на угле и мазуте.
- 7) Основной причиной наличия оксидов азота в отходящих газах, образующихся при сжигании топлива на ТЭС, является:
- а) окисление соединений азота, присутствующих в исходном топливе;
 - б) присутствие оксидов азота в воздухе, используемом для организации процессов горения;
 - в) окисление соединений азота в присадках, используемых для повышения эффективности процессов горения;
 - г) окисление азота воздуха в процессе горения;
 - д) образование оксидов азота в процессе очистки отходящих газов ТЭС.
- 8) Необходимым условием для возникновения смога как в Лондоне, так и в Лос-Анджелесе является:
- а) солнечное излучение;
 - б) высокое атмосферное давление;
 - в) высокая концентрация диоксида серы в тропосфере;
 - г) высокая плотность транспортного потока;
 - д) температурная инверсия.

- 9) Какое из утверждений, характеризующих влияние загрязнения атмосферного воздуха на климат, неверно?
- увеличение концентрации диоксида углерода может привести к повышению средней глобальной температуры на Земле;
 - увеличение концентрации соединений серы в стратосфере может привести к уменьшению средней глобальной температуры на Земле;
 - увеличение концентрации фреонов в тропосфере может привести к повышению средней глобальной температуры на Земле;
 - увеличение концентрации пыли в атмосфере может привести к повышению средней глобальной температуры на Земле;
 - увеличение концентрации метана в тропосфере может привести к повышению средней глобальной температуры на Земле.
- 10) Как меняются давление, температура и концентрация озона в стратосфере с увеличением расстояния от поверхности Земли?
- давление и температура уменьшаются, концентрация озона проходит через максимум;
 - давление уменьшается, температура растет, концентрация озона проходит через максимум;
 - давление уменьшается, температура и концентрация озона увеличиваются;
 - температура растет, концентрация озона и давление уменьшаются;
 - давление, температура и концентрация озона увеличиваются.
- 11) Как меняются давление, температура и концентрация озона в мезосфере с уменьшением расстояния до поверхности Земли?
- давление, температура и концентрация озона увеличиваются;
 - давление уменьшается, температура растет, концентрация озона проходит через максимум;
 - давление и температура увеличиваются, концентрация озона проходит через максимум;
 - давление и температура уменьшаются, концентрация озона увеличивается;
 - давление и концентрация озона уменьшаются, температура растет.
- 12) Сколько молекул формальдегида присутствует в каждом кубическом сантиметре воздуха при нормальных условиях, если его концентрация достигает значения предельно допустимой разовой концентрации $\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 0,035 \text{ мг/м}^3$?
- $7,0 \cdot 10^{11}$;
 - $6,0 \cdot 10^{11}$;
 - $3,5 \cdot 10^{13}$;
 - $3,5 \cdot 10^{19}$;
 - $3,0 \cdot 10^{13}$.
- 13) 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 - $0,5 \text{ мкм}$, все частицы сферической формы)?
- $23 \cdot 10^9$;
 - $6,0 \cdot 10^9$;
 - $6,0 \cdot 10^{14}$;
 - $2,3 \cdot 10^{15}$;
 - $7,0 \cdot 10^7$.

- 14) Какое соединение, присутствующее в атмосфере Земли, улавливает наибольшую долю ее теплового излучения?
- а) NO_2 ;
 - б) CO_2 ;
 - в) H_2O ;
 - г) $\text{CCl}_x\text{F}_{4-x}$;
 - д) CH_4 .
- 15) В результате антропогенной деятельности состав атмосферы за последние 20 лет:
- а) претерпел значительные изменения на уровне макрокомпонентов;
 - б) не изменился;
 - в) изменился на уровне микрокомпонентов;
 - г) изменился в отдельных регионах;
 - д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.
- 16) Основной причиной возникновения парникового эффекта является:
- а) изменение направления движения и интенсивности океанических течений;
 - б) изменение орбиты вращения Земли вокруг Солнца;
 - в) увеличение в атмосфере концентрации соединений, поглощающих в инфракрасной области;
 - г) тепловое загрязнение;
 - д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.
- 17) Какой газ в стратосфере поглощает 99% излучения Солнца в опасной для биосферы УФ-области?
- а) O_2 ;
 - б) O_3 ;
 - в) $\text{CCl}_x\text{F}_{4-x}$;
 - г) CO_2 ;
 - д) H_2O .
- 18) Сегодня ученые полагают, что глобальное уменьшение содержания озона в стратосфере может быть вызвано:
- а) увеличением интенсивности УФ-излучения;
 - б) галогенсодержащими углеводородами антропогенного происхождения;
 - в) резким увеличением концентрации CO_2 в тропосфере;
 - г) «зимней воронкой» над Южным полюсом;
 - д) активизацией вулканической деятельности.
- 19) Массовая вырубка лесов приводит:
- а) к опустыниванию;
 - б) к изменению альбедо Земли;
 - в) к нарушению кислородного цикла;
 - г) к увеличению концентрации диоксида углерода в тропосфере;
 - д) правильными являются все перечисленные выше ответы.
- 20) Масштабы и скорость проявления глобального изменения климата:
- а) не поддаются регулированию мировым сообществом;
 - б) могут быть ограничены при быстрых действиях всего мирового сообщества;
 - в) могут быть достоверно предсказаны при помощи компьютерной модели;
 - г) уже вышли из-под контроля;
 - д) не изменились за последние 1000 лет.

- 21) Злокачественная меланома и другие раковые заболевания кожи могут быть обусловлены чрезмерным воздействием:
- а) фреонов, содержащихся в тропосфере;
 - б) озона, содержащегося в стратосфере;
 - в) озона, содержащегося в мезосфере;
 - г) УФ-излучения Солнца;
 - д) ИК-излучения Земли.
- 22) За два столетия, прошедших со времени промышленной революции, концентрация диоксида углерода:
- а) увеличилась примерно в два раза;
 - б) уменьшилась примерно в два раза;
 - в) осталась неизменной;
 - г) увеличилась на 25%;
 - д) уменьшилась на 25%.
- 23) Монреальский протокол был направлен:
- а) на сокращение производства и масштабов использования химических веществ, способствующих разрушению озона;
 - б) на решение локальных экологических задач;
 - в) на развитие гражданской активности и природоохранного образования в бывшем СССР;
 - г) на полное и немедленное запрещение производства фреонов;
 - д) на развитие сотрудничества в области сохранения климата.
- 24) Антропогенными источниками парниковых газов являются:
- а) сжигание ископаемого топлива;
 - б) использование галогенсодержащих углеводородов;
 - в) сельское хозяйство;
 - г) автомобильный транспорт;
 - д) все перечисленные выше источники.
- 25) Озон в тропосфере - это:
- а) парниковый газ;
 - б) сильнейший окислитель;
 - в) УФ-«экран» планеты;
 - г) все перечисленные выше факторы являются правильными;
 - д) два из перечисленных выше ответов являются правильными.
- 26) Исследователи обеспокоены деградацией озонового слоя в Арктике, поскольку:
- а) в Арктике используют гораздо больше фреонов и других озоноразрушающих веществ, чем в Антарктиде;
 - б) население в средних и высоких широтах Северного полушария гораздо больше, чем в тех же широтах Южного полушария;
 - в) существуют проекты промышленного развития и заселения Арктики;
 - г) размеры «озоновой дыры» в Арктике больше, чем в Антарктиде;
 - д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.
- 27) Парниковый эффект обуславливается прежде всего:
- а) увеличением интенсивности УФ-излучения Солнца в последние 100 лет;
 - б) способностью некоторых молекул поглощать излучение в ИК-области;
 - в) увеличением концентрации пыли над промышленными зонами;

- г) увеличением ИК-составляющей в потоке солнечной энергии, достигающей поверхности Земли;
д) ростом населения Земли.
- 28) Какой вид антропогенной деятельности более всего ответствен за глобальное повышение концентрации диоксида углерода в атмосфере?
а) автотранспорт;
б) железнодорожный транспорт;
в) морской транспорт;
г) теплоэнергетика;
д) сжигание бытовых отходов.
- 29) Излучение какого диапазона имеет наименьшую длину волны?
а) видимый свет;
б) ультрафиолетовое излучение;
в) радиоволны;
г) инфракрасное излучение.
- 30) Атмосфера Земли характеризуется глобальной температурной инверсией:
а) в тропосфере;
б) в стратосфере;
в) в мезосфере;
г) в термосфере;
д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.
- 31) Заменители фреонов менее опасны для озонового слоя по сравнению с фреонами, потому что они:
а) характеризуются меньшим временем жизни в атмосфере;
б) не реагируют с озоном;
в) эффективнее фреонов в качестве хладагентов;
г) разрушаются в тропосфере;
д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.
- 32) Фотохимический смог образуется при взаимодействии:
а) химических соединений, выделяемых деревьями, и озоном;
б) оксидов азота и углеводородов автомобильных и промышленных выбросов под действием солнечного излучения;
в) диоксида углерода и метана под действием ИК-излучения Земли;
г) квазипостоянных компонентов атмосферы под действием жесткого УФ-излучения;
д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.
- 33) Газ, являющийся основной причиной образования кислотных осадков, это:
а) CO_2 ;
б) NO_x ;
в) SO_2 ;
г) N_2 ;
д) O_3 .
- 34) Солнечная энергия является результатом:
а) процесса цепного деления урана;
б) процесса термоядерного синтеза гелия;
в) трансформации энергии «большого взрыва»;
г) межзвездных взаимодействий;

- д) процесса термоядерного синтеза тяжелых металлов.
- 35) Концентрация какого газа сильнее всего варьируется в тропосфере?
а) азота;
б) аргона
в) кислорода;
г) водяного пара;
д) гелия.
- 36) Озон в тропосфере:
а) присутствует всегда;
б) образуется в результате фотохимических превращений компонентов антропогенных выбросов;
в) опасен для здоровья людей;
г) образуется в результате лесных пожаров;
д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.
- 37) Из общей массы гидросферы доля пресных вод составляет:
а) до 1%;
б) от 2 до 5%;
в) до 20%;
г) от 20 до 30%;
д) более 30%.
- 38) 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):
а) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} ;
б) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} ;
в) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ;
г) SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , NO_3^- ;
д) SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , H_2PO_4^- .
- 39) Как правильно называются морские воды в соответствии с классификацией природных вод, разработанной О. А. Алехиным?
а) сульфатно-кальциевые, 3-й группы
б) сульфатно-натриевые, 3-й группы;
в) хлоридно-натриевые, 3-й группы;
г) карбонатно-натриевые, 1-й группы;
д) карбонатно-кальциевые, 4-й группы.
- 40) Какие наборы значений рН 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?
а) 6,0 и 5,6;
б) 6,0 и 7,0;
в) 4,5 и 8,3;
г) 5,7 и 8,3;
д) 7,0 и 7,0.

- 41) Значение щелочности природных вод определяется суммой концентраций ионов:
- а) анионов и катионов;
 - б) анионов;
 - в) CO_3^{2-} и SO_4^{2-} ;
 - г) HCO_3^- , OH^- и удвоенной концентрации CO_3^{2-} ;
 - д) HCO_3^- , OH^- и удвоенной концентрации SO_4^{2-} .
- 42) Каким может быть содержание растворенного кислорода у дна глубокого эвтрофного озера на территории с умеренным климатом в конце периода стратификации?
- а) примерно такое же, как у поверхности;
 - б) составляет 50-70% от насыщения;
 - в) больше, чем у поверхности;
 - г) соответствует равновесным значениям, отвечающим данной температуре и давлению;
 - д) равно нулю.
- 43) Каково содержание растворенного кислорода у дна океана в любое время года?
- а) примерно такое же, как у поверхности;
 - б) составляет 50-70% от значений, являющихся равновесными для соответствующих условий;
 - в) в 1,5 раза больше, чем у поверхности;
 - г) соответствует равновесным значениям, отвечающим данным температуре и давлению;
 - д) равно нулю.
- 44) Какое из утверждений правильно характеризует грунтовые воды?
- а) зоны распространения и возможного загрязнения грунтовых вод не совпадают;
 - б) грунтовые воды находятся в зоне аэрации и лежат между двумя водоупорными слоями;
 - в) грунтовые воды относятся к напорным подземным водам;
 - г) основную опасность для загрязнения грунтовых вод соединениями тяжелых металлов представляют выбросы автотранспорта;
 - д) грунтовыми называют подземные воды, расположенные на первом от поверхности земли водоупорном слое, имеющем значительную площадь распространения.
- 45) Выберите правильный набор катионов, определяющий жесткость природной воды:
- а) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} ;
 - б) Fe^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ ;
 - в) Ca^{2+} , Mg^{2+} ;
 - г) Na^+ , K^+ ;
 - д) Ca^{2+} , Na^+ .
- 46) Какое из утверждений неправильно характеризует артезианские воды?
- а) зоны распространения и возможного загрязнения артезианских вод не совпадают;
 - б) артезианские воды находятся между двумя водоупорными слоями;
 - в) артезианские воды чаще всего относятся к напорным подземным водам;
 - г) основную опасность для загрязнения артезианских вод соединениями тяжелых металлов представляют выбросы автотранспорта;
 - д) артезианские воды могут иметь различный солевой состав.
- 47) По современным представлениям возраст Вселенной составляет:
- а) $(15 \div 20) \cdot 10^9$ лет;
 - б) $(15 \div 20) \cdot 10^{12}$ лет;
 - в) 10^{20} лет;

- г) $(4,5 \div 5,0) \cdot 10^9$ лет;
 д) $(4,5 \div 5,0) \cdot 10^{20}$ лет.
- 48) По современным представлениям возраст Земли составляет:
 а) 4,5 – 5 млрд лет;
 б) 10 – 15 млрд лет;
 в) $4 \cdot 10^{12}$ лет;
 г) 20 млн лет;
 д) $5 \cdot 10^{11}$ лет.
- 49) Сколько мг гидрокарбонат-иона содержится в каждом литре воды, если ее щелочность равна $1,5 \cdot 10^{-3}$ моль/л и $\text{pH} = 7$?
 а) 91,5 мг/л;
 б) 1,5 мг/л;
 в) 1500 мг/л;
 г) 105,0 мг/л;
 д) необходимы дополнительные сведения о концентрациях ионов щелочных металлов в растворе.
- 50) Сколько кислорода может содержаться в литре воды, находящейся в равновесии с атмосферным воздухом, при температуре $25\text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 10,1 кПа [константа Генри для кислорода при этих условиях $K_{\text{Г}} = 1,2 \cdot 10^{-8}$ моль/(л · Па); концентрация кислорода в воздухе соответствует средним значениям]?
 а) 8,3 мг/л;
 б) 8,3 г/л;
 в) 5,7 мг/л;
 г) 5,7 г/л;
 д) 0,57 мг/л.
- 51) Какова общая жесткость 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]?
 а) 124,4 мг-экв./л;
 б) 12610 мг/л;
 в) 1670 мг-экв./л;
 г) 10 градусов жесткости;
 д) 2,3 моль/л.
- 52) 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]?
 а) $2,29 \cdot 10^{-3}$ моль/л;
 б) 140 мг/л;
 в) 2,29 моль/л;
 г) 206 мг-экв./л;
 д) 10960 мг/л.
- 53) Какое значение pH будет характерным для капель атмосферной влаги в случае увеличения концентрации углекислого газа в атмосфере до 600 млн^{-1} , при условии отсутствия других кислых газов, температуре $25\text{ }^\circ\text{C}$ и нормальном атмосферном давлении [константа Генри для CO_2 $K_{\text{Г}} = 3,2 \cdot 10^{-7}$ моль/(л · Па), константа диссоциации угольной кислоты по первой ступени $K_1 = 3,02 \cdot 10^{-7}$]?

- а) 5,6;
 б) 3,5;
 в) 8,3;
 г) 6,7;
 д) 4,7.
- 54) 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?
 а) 8,16 дня;
 б) 104 дня;
 в) 0,64 дня;
 г) 44,72 дня;
 д) 6,53 дня.
- 55) Кислые почвы могут быть мелиорированы добавлением:
 а) CaSO_4 ;
 б) CaCO_3 ;
 в) KNO_3 ;
 г) FeCl_3 ;
 д) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- 56) Эвтрофикация водоемов приводит:
 а) к уменьшению количества растворенного кислорода в результате связывания его с молекулами загрязняющих веществ;
 б) к прямому угнетению и гибели популяций животных и растений в результате их отравления токсичными загрязняющими веществами;
 в) к росту биомассы сине-зеленых водорослей, приводящему впоследствии к уменьшению концентрации кислорода;
 г) к улучшению гомеостаза экосистемы;
 д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.
- 57) Использование химических удобрений сопряжено с некоторым риском, поскольку:
 а) большинство удобрений не обеспечивает растения всеми необходимыми питательными веществами;
 б) удобрения плохо растворимы в дождевой воде;
 в) при смыве с полей удобрения могут вызвать эвтрофикацию водоемов;
 г) удобрения токсичны для деревьев и лесных растений;
 д) удобрения слишком дороги для многих фермеров.

Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен

1. Некоторые свойства компонентов биосферы. Массообменные процессы.
2. Общие сведения о массообменных процессах. Равновесные системы в биосфере.
3. Возникновение проблемы загрязнения биосферы. Понятие загрязнения и его масштабы.
4. Процессы массопереноса загрязняющих веществ.
5. Виды ионизирующих излучений и единицы измерения. Явление радиоактивности и законы радиоактивного распада.
6. Строение атомного ядра. Радиоактивность.
7. Законы радиоактивного распада. Равновесие при радиоактивном распаде.
8. Частные случаи радиоактивного равновесия.
9. Виды радиоактивного распада.

10. Источники ионизирующих излучений в окружающей среде.
11. Естественные источники излучений.
12. Антропогенные источники ионизирующих излучений.
13. Круговорот углерода и кислорода.
14. Фотосинтез.
15. Круговорот азота.
16. Круговорот фосфора.
17. Круговорот серы.
18. Состав атмосферы. Строение атмосферы.
19. Химические процессы в верхних слоях атмосферы. Ионизация газов.
20. Озон в стратосфере. «Озоновая дыра» над Антарктидой.
21. Карбонилсульфид в стратосфере. Химические процессы в тропосфере.
22. Свободные радикалы в тропосфере.
23. Оксиды углерода в тропосфере.
24. Соединения серы в тропосфере.
25. Соединения азота в тропосфере.
26. Фотохимический смог.
27. Загрязнение тропосферы органическими соединениями.
28. Дисперсные системы в атмосфере.
29. Абсорбционные методы. Адсорбционные методы.
30. Каталитические методы. Очистка газов от кислых компонентов.
31. Очистка газов от диоксида углерода.
32. Очистка газов от сероводорода.
33. Очистка газов от диоксида серы.
34. Очистка газов от оксидов азота.
35. Методы снижения выбросов в атмосферу углеводородов и их производных.
36. Рекуперация углеводородов и их производных.
37. Каталитический дожиг выбросов.
38. Рассеивание вредных выбросов в атмосфере.
39. Основы гидрохимии. Классификация природных вод. Главные ионы.
40. Кислотность природных вод. Растворенные газы. Биогенные вещества. Органические вещества. Микроэлементы.
41. Антропогенное эвтрофирование водоемов.
42. Формы существования ионов переходных металлов в природных водоемах. Внутриводоемные окислительно-восстановительные процессы.
43. Формирование химического состава природных вод.
44. Физико-химические факторы формирования химического состава природных вод.
45. Роль донных отложений в формировании химического состава водной среды.
46. Виды загрязнений водной среды.
47. Физико-химические процессы самоочищения.
48. Микробиологическое самоочищение.
49. Химические процессы самоочищения.
50. Гидролиз загрязняющих веществ.
51. Фотолитиз загрязняющих веществ в водной среде.
52. Окисление загрязняющих веществ.
53. Элементный состав почв. Органические вещества почвы. Поглощательная способность почв.
54. Проблемы загрязнения почвенных экосистем.
55. Загрязнение почв удобрениями. Загрязнение почв пестицидами.
56. Изменение почв под влиянием кислотных выпадений.
57. Аэрогенное загрязнение почвы тяжелыми металлами.
58. Вторичное засоление почвы.

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов				
1.	Задание закрытого типа	Основную роль в инициировании процессов окисления примесей в тропосфере играют: а) кислород воздуха; б) озон; в) свободные радикалы; г) оксиды азота; д) жесткое излучение.	в	1 мин
2.		Основной вклад в антропогенное загрязнение атмосферы соединениями серы вносят: а) выбросы вулканов; б) океанические аэрозоли; в) выбросы предприятий химической промышленности; г) выбросы автомобильного транспорта; д) выбросы ТЭС, работающих на угле и мазуте.	д	1 мин
3.		Как меняются давление, температура и концентрация озона в стратосфере с увеличением расстояния от поверхности Земли? а) давление и температура уменьшаются, концентрация озона проходит через максимум; б) давление уменьшается, температура растет, концентрация озона проходит через максимум; в) давление уменьшается, температура и	б	2 мин

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		концентрация озона увеличиваются; г) температура растёт, концентрация озона и давление уменьшаются; д) давление, температура и концентрация озона увеличиваются.		
4.		В результате антропогенной деятельности состав атмосферы за последние 20 лет: а) претерпел значительные изменения на уровне макрокомпонентов; б) не изменился; в) изменился на уровне микрокомпонентов; г) изменился в отдельных регионах; д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.	д	1 мин
<i>Задание комбинированного типа</i>				
5.		Промышленная котельная имеет одну дымовую трубу высотой $h = 35$ м и диаметром устья $D = 1,4$ м. Из трубы выбрасывается газоздушная смесь со скоростью $W_0 = 7$ м/с. Масса экотоксиканта при отсутствии очистки равна $M = 2,6$ г/с. Температура газообразной смеси 125 °С, а окружающего воздуха 25 °С; $F = 3$; $A = 200$; $\eta = 1$. Максимальное значение приземной концентрации экотоксиканта равно: а) $0,2$ мг/м ³ ; б) $0,12$ мг/м ³ ; в) $0,24$ мг/м ³ ; г) $0,36$ мг/м ³ .	Оценим объем газоздушной смеси по формуле $V = \frac{\pi D^2}{4} W_0,$ $V = \frac{3,14 \cdot 1,4^2}{4} \cdot 7 = 10,8 \text{ м}^3/\text{с}.$ Разность температур составит $125 - 25 = 100$ °С. Коэффициент m рассчитывается в зависимости от параметра f по формулам $f = 1000 \cdot \frac{W_0^2 D}{h^2 \Delta T};$ $f = 1000 \cdot \frac{7^2 \cdot 1,4}{35^2 \cdot 100} = 0,56.$ При $f < 100$ коэффициент m рассчитывается по формуле $m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}};$ $m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,56} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,56}} = 0,98.$ Максимальное значение приземной концентрации загрязнителя в данных условиях равно $C_{\max} = \frac{200 \cdot 2,6 \cdot 3 \cdot 0,98}{35^2 \cdot \sqrt[3]{10,8 \cdot 100}} = 0,12 \text{ мг/м}^3.$	15 мин

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
6.	Задание открытого типа	<p>Минимальное количество газов, определяемое по запаху средним человеком (порог запаха), составляет для уксусной кислоты и аммиака 1 и 46,6 млн⁻¹ соответственно. Превышаются ли значения ПДК_{м.р.} для этих веществ, равные 0,2 и 0,4 мг/м³ соответственно? Какое парциальное давление паров уксусной кислоты достигается в помещении при обнаружении ее запаха? Сколько молекул аммиака присутствует в каждом см³ воздуха при обнаружении его запаха? Температура и давление воздуха отвечают стандартным значениям.</p>	<p>Значение ПДК превышает в 14 раз для уксусной кислоты и в 88 раз для аммиака. Парциальное давление уксусной кислоты составит 0,1 Па. В каждом см³ будет $1,25 \cdot 10^{15}$ молекул аммиака</p>	15 мин
7.		<p>Следует ли ожидать выпадения росы летним вечером, если температура снизится с 25 °С в 12 часов дня до 10 °С вечером? В полдень относительная влажность воздуха составляла $\varphi = 60\%$.</p>	Роса выпадет	7 мин
8.		<p>Масса атмосферы оценивается величиной $5 \cdot 10^{15}$ т. Определите количество азота в атмосфере в кг, если принять, что весь вклад в массу атмосферы вносят только такие квазипостоянные компоненты воздуха, как азот, кислород и аргон, а объемная концентрация этих элементов во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя</p>	$37 \cdot 10^{17}$ кг	10 мин

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		атмосферы.		
9.		Рассчитайте, сколько тонн водорода будет ежегодно покидать атмосферу Земли и уходить в космическое пространство, если на высоте 500 км интенсивность отрыва атомов водорода увеличится до $3,5 \cdot 10^8$ атом / (см ² · с).	$10,9 \cdot 10^4$ т/год	10 мин
		<i>Задание комбинированного типа</i>		
10.		Масса (т) отходов ($\rho = 2,5$), которую вмещает отстойник диаметром $d = 50$ м и глубиной $V = 1$ м, равна: а) 2000 т; б) 2500,35 т; в) 3750,45 т; г) 4906,25 т.	Объем воды в отстойнике (цилиндре) равен $V = \frac{\pi d^2 h}{4} = \frac{3,14 \cdot 50^2 \cdot 1}{4} = 1962,5 \text{ м}^3.$ Масса воды в отстойнике равна $1962,5 \cdot 1000 = 1962500$ кг. Масса отходов в 2,5 раза больше, т.е. $1962 \cdot 500 \cdot 2,5 = 4906250$ кг (4906,25 т).	10 мин
ПК-2. Способен выбирать технические средства и методы испытаний (исследований) для решения поставленных задач химической направленности				
1.	Задание закрытого типа	Парниковый эффект обуславливается прежде всего: а) увеличением интенсивности УФ-излучения Солнца в последние 100 лет; б) способностью некоторых молекул поглощать излучение в ИК-области; в) увеличением концентрации пыли над промышленными зонами; г) увеличением ИК-составляющей в потоке солнечной энергии, достигающей поверхности Земли; д) ростом населения Земли.	б	1 мин
2.		Какой вид антропогенной деятельности более всего ответствен за глобальное повышение концентрации	г	1 мин

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		диоксида углерода в атмосфере? а) автотранспорт; б) железнодорожный транспорт; в) морской транспорт; г) теплоэнергетика; д) сжигание бытовых отходов.		
3.		Излучение какого диапазона имеет наименьшую длину волны? а) видимый свет; б) ультрафиолетовое излучение; в) радиоволны; г) инфракрасное излучение.	б	1 мин
4.		Атмосфера Земли характеризуется глобальной температурной инверсией: а) в тропосфере; б) в стратосфере; в) в мезосфере; г) в термосфере; д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.	д	1 мин
<i>Задание комбинированного типа</i>				
5.		Масса твердого остатка, образующегося при обработке 8400 м ³ воды гашёной известью Са(ОН) ₂ (при этом из воды удаляется 420 кг Са ²⁺ и 200 кг Mg ²⁺), равна: а) 1550,2 кг; б) 2640,15 кг; в) 4225,8 кг; г) 3220,6 кг.	Напишем уравнения реакций $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} \quad (1)$ $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} \quad (2)$ Согласно уравнениям (1) и (2) имеем: при удалении 1 моль Са ²⁺ образуется 2 моль СаСО ₃ , 1 моль Mg ²⁺ и 1 Mg(OH) ₂ , а для удаления 2 моль СаСО ₃ по условию задачи требуется 420/40 = 10,5 к-моль Са ²⁺ ; для удаления Mg ²⁺ требуется 200/24,3 = 8,23 к-моль. Твёрдый остаток состоит $2 \cdot 10,5 + 2 \cdot 8,23 = 37,46 \text{ к-моль СаСО}_3;$ $1 \cdot 8,23 = 8,23 \text{ к-моль Mg(OH)}_2;$ $m(\text{CaCO}_3) = 37,46 \cdot 100 = 3746 \text{ кг};$ $m(\text{Mg(OH)}_2) = 8,23 \cdot 58,3 = 479,8 \text{ кг};$ $m_{\text{общ}} = 3746 + 479,6 = 4225,8 \text{ кг}.$	15 мин
6.	Задание	Каково значение	$2,29 \cdot 10^{-3}$ моль/л	5 мин

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
	открытого типа	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]?		
7.		Сколько молекул формальдегида присутствует в каждом кубическом сантиметре воздуха при нормальных условиях, если его концентрация достигает значения предельно допустимой разовой концентрации ПДК _{м.р} = 0,035 мг/м ³ ?	$7,0 \cdot 10^{11}$	5 мин
8.		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)?	$23 \cdot 10^9$	7 мин
9.		Сколько мг гидрокарбонат-иона содержится в каждом литре воды, если ее щелочность равна $1,5 \cdot 10^{-3}$ моль/л и pH = 7?	91,5 мг/л	7 мин
<i>Задание комбинированного типа</i>				
10.		pH сточной воды ($[\text{H}^+] = 1,62 \cdot 10^{-4}$ моль-ион/дм ³), равно: а) 3,8 б) 2,8 в) 3,6 г) 5,2	Воспользуемся уравнением $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = -\lg 1,62 \cdot 10^{-4} = 4 - \lg 1,62 = 4 - 0,2 = 3,8$.	5 мин

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Методические материалы составляют систему текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, закрепляют виды и формы текущего контроля, сроки проведения, а также виды промежуточной аттестации по дисциплине, её сроки и формы проведения. В системе контроля указана процедура оценивания результатов обучения по дисциплине при использовании балльно-рейтинговой системы, показывается механизм получения оценки, указывается система бонусов и штрафов, примерный набор дополнительных показателей.

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Отчет по лабораторной работе	8/2	16	по расписанию
2.	Ответы на коллоквиуме	3/2	6	по расписанию
3.	Контрольная работа	4/2	8	по расписанию
4.	Тестирование	1/10	10	по расписанию
Всего			40	-
Блок бонусов				
5.	Посещение занятий		2	
6.	Своевременная сдача отчетов по лабораторным работам		4	
7.	Активность на занятии		4	
Всего			10	-
Дополнительный блок**				
8.	Экзамен		50	
Всего			50	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	-1
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	-1
<i>Неготовность к занятию</i>	-2
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	-2

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)
85–89	4 (хорошо)
75–84	
70–74	
65–69	
60–64	3 (удовлетворительно)
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)

При реализации дисциплины в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература

1. Исидоров, В. А. Экологическая химия / Исидоров В. А. - Санкт-петербург : ХИМИЗДАТ, 2016. - 304 с. - ISBN 978-5-93808-273-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082731.html> (ЭБС «Консультант студента»).
2. Покровская, Е. Н. Экологическая химия атмосферы Учебное пособие. / Е. Н. Покровская - Москва : Издательство АСВ, 2017. - 110 с. - ISBN 978-5-4323-0226-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302267.html> (ЭБС «Консультант студента»).

8.2. Дополнительная литература

1. Белопухов, С. Л. Химия окружающей среды : учебное пособие / Белопухов С. Л. , Сюняев Н. К. , Тютюнькова М. В. ; под общ. ред. проф. Белопухова С. Л. - Москва : Проспект, 2016. - 240 с. - ISBN 978-5-392-17531-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392175314.html> (ЭБС «Консультант студента»).
2. Джирард, Дж. Е. Основы химии окружающей среды / Джирард Дж. Е. ; Перевод с англ. В. И. Горшкова под ред. В. А. Иванова. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 640 с. - ISBN 978-5-9221-1013-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922110136.html> (ЭБС «Консультант студента»).
3. Братчикова, И. Г. Физико-химические основы инженерной экологии : Курс лекций. Ч. I : Охрана атмосферы : учеб. пособие / И. Г. Братчикова. - Москва : Издательство РУДН, 2011. - 122 с. - ISBN 978-5-209-03579-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785209035794.html> (ЭБС «Консультант студента»).

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины

Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований. www.studentlibrary.ru.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя лекционную аудиторию (столы – 14 шт., стулья – 31 шт., доска – 1 шт., проектор – 1 шт., экран проектора – 1 шт., плазменная панель – 1 шт., компьютер – 1 шт.), лабораторию по проведению лабораторного практикума (лабораторные столы – 13 шт., стулья – 25 шт., доска – 1 шт., проектор – 1 шт., экран проектора – 1 шт., компьютер – 1 шт., штатив – 3 шт., вытяжной шкаф – 2 шт.). Лабораторный практикум обеспечен химическими реактивами, лабораторной посудой и учебно-научным оборудованием: шкафы для химических реактивов и химической посуды, набор химических реактивов, набор химической посуды.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).