

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»
Естественно-географический факультет
Кафедра химии и МПХ

УТВЕРЖДАЮ
Декан ЕГФ _____ Филипенко С.И.
« 6 » _____ 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

для набора 2015 года

Учебной ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ОД.8 «ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
И ХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ»**

Специалитет по специальности

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специализация

«Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность»

Квалификация (специалист)

Химик. Преподаватель химии.

Форма обучения

очная

Тирасполь, 2018

Рабочая программа дисциплины *«Химия окружающей среды и химический мониторинг»* /сост. А.И. Шульман – Тирасполь: ГОУ ПГУ, 2018 - 28 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины по выбору профессионального цикла ***Б1.В.ОД.8 Химия окружающей среды и химический мониторинг*** студентам очной формы обучения по направлению подготовки 04.05.01– *Фундаментальная и прикладная химия*.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки **04.05.01 – «Фундаментальная и прикладная химия»**, утвержденного приказом № 1174 от 12.09.2016 г Министерством образования и науки РФ.

Составитель: старший преподаватель А.И. Шульман



1. Цели освоения курса «Химия окружающей среды и химический мониторинг»

Целями освоения дисциплины «Химия окружающей среды и химический мониторинг» являются:

ознакомление студентов с концептуальными основами химии окружающей среды как современной комплексной науки, изучающей химические процессы, протекающие в различных гео-сферах Земли; формирование представлений о взаимосвязанности природных физических, химических и биологических процессов в различных земных оболочках и характере влияния на них человеческой деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина «Химия окружающей среды и химический мониторинг» входит в блок профессиональных дисциплин и изучается в 7-8-м семестрах. Основой для ее освоения являются знания, умения и навыки, получаемые в процессе изучения базовых дисциплин профессионального цикла ООП: «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Высокомолекулярные соединения», «Химические основы биологических процессов», а также дисциплины вариативной части профессионального цикла «Коллоидная химия». Дисциплина «Химия окружающей среды» использует понятия, методы и подходы данных дисциплин в применении к химическим системам атмосферы, гидросферы, почвенного покрова Земли.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Химия окружающей среды и химический мониторинг»

Результатом успешного освоения курса аналитической химии является демонстрация студентом следующих компетенций:

Код компетенции	Формулировка компетенции (или ее части)	В результате изучения данной дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;	основные понятия и законы химии о с; основные этапы развития физической химии, ее современное состояние	анализировать состояние системы по данным физико-химических экспериментальных данных	Использовать на практике данные физико-химических показателей для характеристики системы
ОК-2	Готовность к взаимодействию с коллегами, к работе в коллективе, способность к критическому переосмыслению своего опыта, к адаптации к различным ситуациям и к проявлению творческого	Основные методы анализа объектов о с.	Выбирать методы для оценки качества сред.	Методологией освоения и получения профессиональных знаний по дисциплине.

	подхода, инициативы и настойчивости в достижении целей профессиональной деятельности			
ОК-4	способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности	базовые экономические понятия, объективные основы функционирования экономики и поведения экономических агентов ; знать основные виды финансовых институтов и финансовых инструментов, основы функционирования финансовых рынков условия функционирования национальной экономики, понятия и факторы экономического роста	анализировать финансовую и экономическую информацию, необходимую для принятия обоснованных решений в профессиональной сфере, оценивать процентные, кредитные, курсовые, рыночные, операционные, общеэкономические, политические риски неблагоприятных экономических и политических событий для профессиональных проектов;	методами финансового планирования профессиональной деятельности, использования экономических знаний в профессиональной практике
ОК-5	способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности	основы правовых знаний	использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности	способностью использовать основы правовых знаний.
ОК-6	готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения	Знать правила составления доклада, статей, тезисов	Уметь пользоваться научной литературой, интерпретировать исследования, грамотно и излагать материал	Навыками проведения научных исследований, интернет технологиями
ОК-7	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	основные понятия и законы аналитической химии; основные этапы развития аналитической химии, ее современное со-	Уметь пользоваться научной литературой, интерпретировать исследования, грамотно и изла-	Навыками проведения научных исследований, интернет технологиями

		стояние	гать материал	
ОПК-1	способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	основные положения теории химической термодинамики, кинетики, учения о химическом и фазовом равновесии, учения о растворах, учения об адсорбции и катализе, методы электрохимии, основные понятия и законы коллоидной химии, приемы и способы выполнения физико-химического анализа	Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	методиками измерений и интерпретации данных
ОПК-2	владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций ;	Понимать принципиальные основы возможностей и ограничений применения важнейших для химиков аналитических методов исследования	пользоваться основными приемами и методами физико-химических измерений; работать с основными типами приборов, используемых в аналитической химии; обрабатывать	техникой работы на физических приборах: фотокolorиметр, спектрофотометр, рН-метр, кулонометр, амперометрическая установка и др.;
ОПК-4	способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и вычислительных средств с учетом основных требований информационной безопасности;	Основные понятия и программы Word, Exel, редакторы формул, Chemic pen	использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности	Базовыми технологиями преобразования информации, текстовыми, табличными редакторами, поиском в сети Интернет; навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы

ОПК-5	способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений;	Знать способы получения научных данных.	формулировать задачи, необходимые для реализации профессиональных функций, а также использовать для их решения методы изученных наук	методиками измерений и интерпретации данных
ОПК-6	владением нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях;	Знать технику безопасности при работе в физико-химической лаборатории	обращаться с химической посудой, реактивами, газовыми горелками и электрическими приборами;	навыками безопасной работы в химической лаборатории;
ПК-1	способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты;	основы методов планирования и проведения научных и практических экспериментальных исследований	Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	грамотно использовать оборудование, приборы, самостоятельно спланировать и точно провести эксперимент, математически обработать и обобщить результаты исследований.
ПК-2	владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований;	возможности и ограничения применения новейших физических и физико-химических методов исследования сложных закономерностей состав – свойство и процессов различной природы	анализировать и обобщать результаты физико-химических наблюдений и измерений; применять полученные знания при изучении химических систем,	техникой работы на физических приборах: фотоколориметр, спектрофотометр, рН-метр, кулонометр, амперометрическая установка и др.;
ПК-3	владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами на-	Понимать роль Химии ОС как теоретического фундамента современной химии, владеть основами химической	на основе фундаментальных теоретических знаний обоснованно выбирать соответствующий метод ис-	Владеть основами неравновесной Термодинамики; методологией освоения и получения

	учного познания;	термодинамики, теории растворов и фазовых равновесий, элементами статистической термодинамики знать основы химической кинетики и катализа механизма химических реакций электрохимии.	следования для решения конкретной практической задачи, самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по химии ОС	профессиональных знаний по дисциплине.
ПК-4	способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов;	основные теоретические положения в областях неорганической, аналитической, органической и физической химии	применять знания естественнонаучных дисциплин для анализа и обработки результатов химических экспериментов	навыками использования теоретических основ базовых разделов естественнонаучных дисциплин при решении конкретных химических и материаловедческих задач
ПК-5	способностью приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций;	теоретические основы химической термодинамики, кинетики и катализа, химии растворов, электрохимии	правильно и технически грамотно поставить и химически грамотно пояснить и решить конкретную задачу в рассматриваемой области	Навыками проведения научных исследований, интернет технологиями
ПК-6	владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке резуль-	Компьютерные программы Word, редакторы формул, Exel и др.	использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информацион-	владеть основами статистической обработки материалов научных исследований по химии ос

	татов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации		ные ресурсы в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности	
ПК-7	готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати;	Методику оформления научно-исследовательских работ	Грамотно представлять выводы и результаты научных исследований	Алгоритмом оформления научных статей
ПК-8	научно-производственная деятельность: владением основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат;	основные источники антропогенного химического загрязнения окружающей среды, виды и закономерности миграции и трансформации загрязняющих веществ в природных средах; сущность экологических проблем, связанных с антропогенным воздействием на окружающую среду и пути их преодоления.	использовать различные методы определения размеров частиц дисперсной фазы, оценивать смачивание твердых поверхностей, уметь использовать методы радикального изменения свойств границы раздела фаз для направленного регулирования процессов образования и разрушения дисперсных систем кинетических, реологических и электрических свойств дисперсных систем.	навыками использования современных достижений и физических принципов работы современных технических устройств при выполнении профессиональных функций
ПК-9	владением базовыми понятиями экологической химии, методами безопасного обращения с	современные теоретические представления химии и способы их применения к	решать задачи, связанные с физико-химическими процессами в	методами химического мониторинга и оценки степени антропогенно-

	химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью проводить оценку возможных рисков;	описанию и анализу химических процессов в различных природных средах; сущность физико-химических процессов, происходящих в атмосфере, гидросфере и атмосфере;	атмосфере, гидросфере и почвенном слое;	го изменения объектов окружающей среды
ПК-10	Обладать готовностью планировать деятельность работников, составлять директивные документы, принимать решения и брать на себя ответственность за их реализацию	Методику проведения анализа и основы руководства ходом экспериментов	прогнозировать возможные пути миграции и трансформации химических соединений в объектах окружающей среды их воздействие на экосистемы;	Навыками химических и физико-химических методов анализа и составления документов – отчетов эксперта

4. Структура и содержание дисциплины «Химия окружающей среды»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7,5 зачетных единиц, 270 часов.

4.1. Распределение трудоемкости в з.е./часах по видам аудиторной и самостоятельной работы студентов по семестрам:

Семестр	Трудоем- кость, з.е./часы	Количество часов					Форма промежу- точного контроля
		В том числе					
		Аудиторных				Самост. работы	
		Всего	Лекций	Лаб. раб.	Практич. занятия		
VII	2,5/90	60	28	32	-	30	Зачет
VIII	4,5/162	86	30	56	-	40	Экзамен, курсовая работа
Итого:	7/252	146	58	88	-	70	36

4.2. Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 часов.

№ раз- дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Вне- ауд. рабо- та (СР)
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение Физико-химическая эволюция геосфер Земли	24	10			14
2	Физико-химические процессы в атмосфере	48	12		22	14
3	Химические процессы в гидросфере	48	12		22	14
4	Химические процессы в почвенном слое	48	12		22	14
5	Миграция и трансформация загрязняющих ве- ществ в биосфере. Заключение.	48	12		22	14
	Промежуточный контроль	36				
	Итого	252	58		88	70

Содержание курса (лекции)\

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем часов	Тема лекции	Учебно- наглядные пособия
	1	10	1. Предмет химии окружающей среды. Связь с другими дисциплинами. 2. Особенности химических превращений в природных системах. 3. Геохимическая история планеты. Геосферы и земные оболочки. Основные источники энергии на Земле: эндогенные и экзогенные процессы. 4. Распространенность химических элементов в окружающей среде. 5. Биохимическая эволюция атмосферы и гидросферы. Роль живых организмов в формировании биосферы.	Таблицы
	2	12	1. Строение и состав атмосферы. Температурный профиль атмосферы. Устойчивость атмосферы. 2. Фотохимические процессы в верхних слоях земной атмосферы. 3. Фотохимические процессы в стратосфере. Озон . Нулевой цикл. Озоновый слой, его функции в биосфере. Влияние оксидов азота и галогенсодержащих органических соединений на нулевой цикл озона. 4. Физико-химические процессы в тропосфере. Свободные радикалы в тропосфере. Фо-	Таблицы

			тохимическое окисление метана. Реакции гомологов метана. Алкены. Реакции озонирования. Бензол и его гомологи. Альдегиды и кетоны. Превращения с участием оксидов азота. Аммиак. Оксиды азота. Фотохимический смог. Атмосферный цикл соединений азота. 5. Соединения серы в атмосфере. Сероводород. Диоксид серы. Окисление соединений серы. 6. Парниковые газы в атмосфере. Вода в атмосфере.	
	3	12	1. Гидрологический цикл. Основные виды природных вод и особенности их состава. Аномальные свойства воды и, их роль в природе. Особенности воды как растворителя. 2. Карбонатная система и концентрация ионов водорода в воде. Угольная кислота и pH раствора. Растворимость карбонатных пород. Кальцит. Доломит. Высокомагнезиальный кальцит. Влияние примесей на растворимость кальцита. 3. Равновесная растворимость силикатных пород. Растворимость гиббсита и алюмосиликатов. Диаграммы устойчивости. 4. Окислительно-восстановительные процессы в гидросфере. Окислительно-восстановительные потенциалы природных водоемов. Диаграммы $pE - pH$ для системы $Fe - O - H_2O - S - CO_2$. Окисление-восстановление в природных условиях. Фотосинтез. Процессы дыхания и разложения. Температурный профиль пресноводных водоемов. Редокс-буферность. Олиготрофные и эвтрофные водоемы. 5. Процессы комплексообразования в гидросфере. Природные и синтетические комплексообразователи. Поверхностно-активные вещества в водоемах. 6. Океан. Эстуарии. Температурный профиль, состав и свойства океанических вод. Процессы удаления основных растворенных веществ. Особенности окислительно-восстановительных процессов в океане.	Таблицы
	4	12	1. Строение литосферы. Структура земной коры. Почва. Образование почвенного слоя. 2. Элементный и фазовый состав почв. Гумус. Состав и свойства гумусовых веществ. 3. Влагоемкость и водопроницаемость почв. Почвенные растворы. Почвенный погло-	Таблицы

			щающий комплекс. 4. Катионнообменная способность почв. Селективность катионного обмена. 5. Кислые почвы. Виды почвенной кислотности. Формы соединений алюминия в почвах. Соединения кремния и алюмосиликаты. 6. Азот, фосфор и сера в почвенных процессах. Марганец и железо в почвах. Микроэлементы и химическое загрязнение почв.	
	5	12	1. Виды миграции. Воздушная, водная, биогенная и техногенная миграция. Факторы миграции. Классификация мигрирующих элементов. 2. Геохимические барьеры. Физико-химические, механические, биогеохимические и техногенные барьеры. 3. Миграция и аккумуляция соединений кремния, алюминия, фосфора, тяжелых металлов и радиоактивных элементов в биосфере. 4. Процессы самоочищения водоемов. Гидролиз солей тяжелых металлов. Окисление органических веществ в аэробных условиях. Трансформация нефти и пестицидов в окружающей среде. 5. Кислотные дожди. Кислотообразующие вещества в атмосфере. Закисление осадков. Трансграничный перенос кислотных осадков. Динамика изменения pH и химического состава осадков. Процессы адсорбции оксидов серы и азота подстилающей поверхностью. Закисление озер. Закисление почв. Подвижность элементов и кислотность почв. 6. Проблемы современного развития химии окружающей среды как научной дисциплины.	Таблицы

Лабораторные работы

№ пп	№ раздела	Наименование темы, вопроса занятия	Кол-во часов
1.	2	Отбор проб воздуха	4
2.		Определение содержания пыли	4
3.		Определение окиси углерода по реакции с нитратом серебра	4
4.		Методика определения концентраций оксидов азота фотоколориметрическим методом с использованием реактива Грисса - Илосвая	4
5.		Определение аэрозоля едких щелочей	4
6.		Методика определения концентрации аммиака фотоколориметрическим методом с реактивом Несслера	2
7.	3	Определение аэрозоля серной кислоты в присутствии сульфатов. Контрольная работа	4

8.		Определение фенола. Определение формальдегида	4
9.		Определение общей щелочности и карбонатной жесткости воды. Определение кислотности воды. Определение свободной углекислоты.	4
10.		Определение жесткости воды. Определение содержания кальция и магния	4
11.		Определение взвешенных веществ. Определение сухого остатка	4
12.		Определение растворенного в воде кислорода	2
13.	4	Определение БПК5 (биохимического потребления кислорода)	4
14.		Определение ионов аммония Контрольная работа	4
15.		Определение нитритов	4
16.		Определение нитратов	4
17.		Определение содержания железа	4
18.		Определение нефтепродуктов	2
19.		Определение влажности почвы. Определение влагоемкости почвы	4
20.		Определение органических веществ	2
21.	5	Определение кислотности почвы. Определение общей щелочности. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке из почвы	6
22.		Метод определения иона хлорида в водной вытяжке	6
23.		Турбидиметрическое определение иона сульфата в водной вытяжке из почвы	6
24.		Метод определения кальция и магния в водной вытяжке Контрольная работа	4
	ИТОГО		88

Самостоятельная работа студента

№	Виды самостоятельной работы	Формы контроля	Сроки контрольно-зачетных мероприятий, неделя семестра	Трудоемкость (в часах)
1.	Внеаудиторное оформление части отчета к каждой лабораторной работе с последующим завершением отчета в соответствии с заданием после выполнения работы	Отчет	Не позднее следующего занятия	14
2.	Выполнение индивидуальных расчетных заданий	Расчетные задания	В теч. семестра	14
3.	Подготовка докладов по темам для самостоятельного изучения:	Доклад с презентацией	В теч. семестра	14
4.	Контрольные работы	1 2 3	В теч. семестра В теч. семестра В теч. семестра	14
5.	Подготовка к сдаче зачета, экзамена	Зачет Экзамен	В теч. семестра В теч. семестра	14
Итого				70

Темы для самостоятельного изучения

1. Полиароматические углеводороды. 3,4-бенз(а)пирен.
2. Хлороорганические соединения. Линдан, ДДТ.

3. Полихлорированные диоксины и дибензофураны.
4. Фосфоорганические соединения. Карбофос. Дихлофос.
5. Антропогенная радиоактивность атмосферы.
6. “Азоновый цикл” в образовании и разрушении озона.
7. “Хлорный цикл” в образовании и разрушении озона.
8. Тяжелые металлы в окружающей среде.
9. Ядерная энергетика и окружающая среда.
10. Водородная энергетика и другие альтернативные виды энергетики в экологии.
11. Социальный и технический риск, их оценка.

5. Примерная тематика курсовых проектов (работ):

1. Токсичность редких металлов.
2. Гигиена, экология и токсикология пестицидов.
3. Оценка сравнительной токсичности химических веществ.
4. Механизмы токсикокинетики химических веществ.
5. Общие вопросы промышленной токсикологии.
6. Математические методы в токсикологии.
7. Токсикология соединений, получаемых в химической промышленности.
8. Статистические методы, применяемые в токсикологии.
9. Современные представления о химических аллергенах.
10. Оценка токсического действия пестицидов на организм человека.
11. Токсиколого-экологическая оценка влияния химических факторов на внешнюю
12. Моделирование, методы изучения и экспериментальная терапия патологических
13. Химические основы канцерогенной активности.
14. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта.
15. Токсикология высокомолекулярных материалов и химического сырья для их
16. Химические факторы внешней среды и их гигиеническое значение.
17. Постановка экспериментальных исследований для обследования ПДК вредных веществ в воздухе производственных помещений.
18. Расчетные способы ориентировочного определения ПДК летучих органических
19. Токсикология новых промышленных веществ.
20. Особенности токсичности радиоактивных веществ.
21. Определение пороговых доз промышленных ядов при пероральном введении.
22. Модели и методы экспериментальной токсикологии.
23. Сравнительная чувствительность человека и лабораторных животных к действию токсических веществ.
24. Токсикокинетика любых химических соединений, металлов, элементов.
25. Эколого-токсикологическая характеристика и экспертиза любого химического соединения, металла, элемента.

6. Образовательные технологии

Для эффективной реализации целей и задач ФГОС ВПО, для воплощения компетентностного подхода в преподавании дисциплины используются следующие образовательные технологии и методы обучения:

1. Технология проблемного обучения при изложении лекционного материала в форме: лекция-визуализация, лекция-объяснение с привлечением элементов дискуссии, беседы.
2. Технология проблемного и активного обучения с использованием творчески репродуктивных методов в групповой и индивидуальной форме с целью организации активности студентов в условиях, близких к будущей профессиональной деятельности, с использованием личностно деятельного характера усвоения знаний, приобретения навыков, умений при выполнении лабораторных работ.
3. Технология проблемного, модульного дифференцированного обучения путем рассмотре-

ния проблемных познавательных задач, с использованием индивидуального темпа обучения с целью развития творческой и познавательной самостоятельности и обеспечения индивидуального подхода с учетом динамики работоспособности студента – при проведении практических занятий, что обеспечивается применением электронного задачника в компьютерном классе.

4. Технология концентрированного, дифференцированного обучения в индивидуальной форме – при самостоятельном выполнении индивидуальных заданий с целью развития познавательной самостоятельности, творческих способностей и умений, развития навыков работы с лекционным материалом, рекомендованной литературой, справочной информацией.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Контрольно-измерительные материалы по дисциплине «Химия окружающей среды и химический мониторинг»

I. Химия воды

Контрольные вопросы.

1. Определение содержания нитритов в воде.
2. Перманганатная окисляемость воды. Методика определения.
3. Химическое потребление кислорода(бихроматная окисляемость). Методика определения.
4. Биохимическое потребление кислорода. Методика определения.
5. Определение содержания растворенного кислорода.
6. Щелочность воды. Методика определения.
7. Кислотность воды. Методика определения.
8. Взвешенные вещества. Определение в воде.
9. Подготовка проб воды к анализу.
10. Определение запаха воды.
11. Определение цветности воды.
12. Определение прозрачности воды.
13. Правила и методы отбора проб воды.
14. Способы консервации проб воды.

Задачи для самостоятельного решения.

1. Определите суточный расход хлора на хлорирование воды в городе с миллионом жителей, если принять, что расход воды на человека 350 л, а норма расхода хлора $2 \cdot 10^{-4}$ г/л. Ответ: 70 кг.
2. Какова минимальная суммарная масса каждого из перечисленных металлов, которые могут ежедневно проходить через городскую сеть водоснабжения мощностью $1 \cdot 10^7$ л в день, если концентрация этих металлов не должна превышать: цинка- 5 мг/л, кадмия- 0,01 мг/л, марганца- 0,05 мг/л, меди- 1 мг/л. Ответ: 50; 0,1; 0,5; 10 кг.
3. Сколько л морской воды нужно обработать, чтобы получить 108 кг брома, если концентрация брома 0,67 г/кг или $8,3 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Ответ: $1,5 \cdot 10^{13}$ л.; 41
4. Кислотные дожди попадают в почву и разрушают нерастворимые соединения металлов, например оксиды. Таким образом, тяжелые металлы в избыточных количествах попадают в воду, а затем в кровь животных и человека, вызывая различные заболевания и массовую гибель рыбы. В состав глины входит 10-40 % оксида алюминия. Какое количество алюминия окажется в воде, если вместе с осадками выпало 10- т серной кислоты. Ответ: 1,837 тонн.
5. В пресной воде, предназначенной для водоснабжения, концентрация ионов кальция составляет $2,2 \cdot 10^{-3}$ моль/л, а концентрация бикарбонат- иона равна $1,3 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Какие количества гидроксида кальция и карбоната натрия необходимы для снижения уровня содержания ионов кальция в четыре раза, если требуется подготовить $1 \cdot 10^7$ л воды. Ответ: 583 и 240,5 кг.
6. Содержание фосфора в морской воде составляет 0,07 г фосфора на 106 г воды. Если весь этот фосфор находится в виде фосфат- иона, то каковы будут молярные концентрации фосфата? Ответ: $2,3 \cdot 10^{-6}$ моль/л.

7. Согласно имеющимся оценкам, все реки мира ежегодно приносят в мировой океан $4 \cdot 10^{15}$ г растворенных солей. Какую долю в% по массе составляет это ежегодное поступление от полного количества солей, растворенных в океане? Объем воды мирового океана $1,35$ млрд. км³, соленость воды мирового океана 35 г/кг, т.е. $3,5$ %. Плотность морской воды принять 1 кг/м³. Ответ: $0,00846$ %.

8. В аквариум вместимостью 20 л просыпалось 100 г натриевой селитры ($\omega = 80$ %). Сколько времени есть в запасе, чтобы достать новую, пригодную для содержания золотых рыбок воду, если известно, что при концентрации нитрат-ионов 6 г/л рыбки погибают через $6,5$ часов, при концентрации 5 г/л - через 37 часов, при 4 г/л - через 80 часов. Ответ: 4 г/л.

10. В воде содового источника объемом 1 л содержится $0,1$ моль гидрокарбонат-ионов. Рассчитайте, сколько моль натрия-ионов содержится в стакане такой воды емкостью 200 мл. Какое физиологическое действие на организм может оказать такая вода? Ответ: $0,02$ моль/л.

11. Фтор поступает в организм человека с продуктами питания и водой. В некоторых районах содержание фтористых солей в питьевой воде в пересчете на фторид натрия составляет 2 мг/л. Считая, что человек в среднем потребляет в сутки 2 л воды, вычислите сколько фтора вводится ежедневно в организм человека? Напишите уравнение диссоциации фторида натрия и укажите в каком виде фтор поступает в организм. К чему может привести избыток фтора в организме? Ответ: $1,8$ мг.

12. ПДК железа в воде $0,3$ мг/л. Содержание железа в Тамбовской области превышено в 4 раза. Это приводит к повышению заболеваемости желудочно-кишечного тракта, ишемической болезни сердца. Предложите способы обезвреживания, учитывая, что в данной области ионы железа находятся в виде гидрокарбоната железа(II), который может перейти в осадок-гидроксид железа (III). Напишите уравнения реакций этого перехода ($\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$).

13. Химкомбинат по производству азотных удобрений из-за поломки главного конвейера допустил сброс нитрата аммония в близлежащее озеро. Выживут ли ушастые окуни, живущие в озере, если известно, что сбросили 30 т нитрата аммония, а объем озера - 5 тыс. л. Токсическая концентрация нитрата аммония для ушастых окуней составляет 800 мг/л. Ответ: $6 \cdot 10^6$ мг/л.

14. Для определения содержания сульфат-ионов в воде минерального источника к $150,0$ мл ее прибавили $25,00$ мл $0,1115$ М раствора хлорида бария. Не фильтруя осадок сульфата бария, добавили к смеси аммонийный буфер, содержащий комплексопат магния, и оттитровали $14,00$ мл $0,01242$ М ЭДТА. Вычислить концентрацию сульфат-ионов (мг/л). Ответ: $67,16$ мг/л.

15. Определите молярную концентрацию хлора в воде, если для его удаления из воды объемом 1 м³ потребовался раствор тиосульфата натрия объемом 500 мл ($c = 0,1$ моль/л). Ответ: $2 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

16. Гидроксид магния получают из морской воды путем осаждения ионов магния известковым молоком. Сколько кубометров воды нужно переработать, чтобы получить 1 т гидроксида магния, если общая минерализация морской воды составляет 35 г/л, причем содержание магния в виде хлорида составляет $9,44$ %? Ответ: $495,7$ м³.

17. Для определения кислорода, растворенного в воде, взяли две пробы в склянки емкостью 500 мл. В первую склянку (рабочий опыт) ввели $1,00$ мл MnCl_2 и $3,00$ мл щелочного раствора йодид-йодатной смеси; во вторую (контрольный опыт) - $1,00$ мл MnCl_2 , $3,00$ мл $\text{KI} + \text{KIO}_3 + \text{KOH}$ и $5,00$ мл HCl (пл. $1,19$ г/мл). После соответствующей обработки из каждой склянки отбрали по 100 мл раствора. На титрование йода в 100 мл раствора было израсходовано $10,25$ мл в рабочем опыте и $2,20$ мл $0,01$ н раствора тиосульфата натрия в контрольном опыте ($K = 1,1440$). Вычислить содержание кислорода, растворенного в воде, в мг/л при нормальных условиях. Ответ: $7,41$ мг/л.

18. Для определения кислорода, растворенного в воде, взяли две пробы. В первую склянку емкостью 200 мл (рабочий опыт) ввели $1,00$ мл MnCl_2 и $3,00$ мл щелочного раствора йодид-йодатной смеси; во вторую емкостью 180 мл (контрольный опыт) - $1,00$ мл MnCl_2 , $3,00$ мл $\text{KI} + \text{KIO}_3 + \text{KOH}$ и $5,00$ мл HCl (пл. $1,19$ г/мл). После соответствующих операций на титрование йода в рабочем опыте израсходовано $8,76$ мл и $1,40$ мл раствора тиосульфата натрия в контроль-

ном опыте $T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{O}_2) = 0,0002600 \text{ г/мл}$. Вычислить содержание кислорода, растворенного в воде, в мг/л при нормальных условиях. Ответ: 9,75 мг/л.

19. Для определения кислорода, растворенного в воде, взяли две пробы в склянки емкостью 330,0 мл (рабочий опыт) и 340,0 мл (контрольный опыт). В первую склянку ввели 1,00 мл MnCl_2 и 3,00 мл щелочного раствора иодид-иодатной смеси; во вторую - 1,00 мл MnCl_2 , 3,00 мл $\text{KI} + \text{KIO}_3 + \text{KOH}$ и 5,00 мл HCl (пл. 1,19 г/мл). После соответствующих операций на титрование иода в рабочем опыте израсходовано 8,40 мл 0,1 н раствора тиосульфата натрия ($K = 0,7810$), а на титрование иода в контрольном опыте - 4,25 мл того же раствора. Вычислить содержание кислорода, растворенного в воде, в мг/л при нормальных условиях. Ответ: 9,96 мг/л.

20. Для определения кислорода, растворенного в воде, взяли две пробы в склянки емкостью 295,2 мл (рабочий опыт) и 250,0 мл (контрольный опыт). В первую склянку ввели 1,00 мл MnCl_2 и 3,00 мл щелочного раствора иодид-иодатной смеси; во вторую (контрольный опыт) - 1,00 мл MnCl_2 , 3,00 мл $\text{KI} + \text{KIO}_3 + \text{KOH}$ и 5,00 мл HCl (пл. 1,19 г/мл). После соответствующей обработки на титрование иода в рабочем опыте израсходовано 6,20 мл раствора тиосульфата натрия $T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,01581 \text{ г/мл}$, а на титрование йода в контрольном опыте - 2,80 мл того же раствора. Вычислить содержание кислорода, растворенного в воде, в мг/л при нормальных условиях. Ответ: 7,76 мг/л.

21. Для определения кислорода, растворенного в воде, взяли две пробы в склянки емкостью 315,0 мл (рабочий опыт) и 290,0 мл (контрольный опыт). В первую склянку ввели 1,00 мл MnCl_2 и 3,00 мл щелочного раствора иодид-иодатной смеси; во вторую (контрольный опыт) - 1,00 мл MnCl_2 , 3,00 мл $\text{KI} + \text{KIO}_3 + \text{KOH}$ и 5,00 мл HCl (пл. 1,19 г/мл). После соответствующей обработки на титрование йода в рабочем опыте израсходовано 15,40 мл раствора тиосульфата натрия $T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Fe}) = 0,002234 \text{ г/мл}$, а на титрование йода в контрольном опыте - 3,60 мл того же раствора. Вычислить содержание кислорода, растворенного в воде, в мг/л при нормальных условиях. Ответ: 11,75 мг/л.

22. Для определения сульфат ионов пробу воды обработали катионитом в н-форме. На титрование 100 мл полученной воды после соответствующей обработки было израсходовано 12,20 мл 0,1 н раствора нитрата свинца $K[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2] = 0,8875$. Вычислить содержание сульфат ионов в мг/л анализируемой воды. Ответ: 519,7 мг/л.

23. Для определения сульфат ионов пробу воды обработали катионитом в н-форме. На титрование 200 мл воды после соответствующей обработки было израсходовано 15,40 мл 0,05 н раствора нитрата свинца $K[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2] = 1,246$. Вычислить содержание сульфат ионов в мг/л анализируемой воды. Ответ: 230,2 мг/л.

24. При определении свободного диоксида углерода на титрование 200 мл воды было израсходовано 1,80 мл 0,01 н ($K = 0,9930$) раствора едкого кали в присутствии фенолфталеина. Вычислить содержание CO_2 в анализируемой пробе в мг/л. Ответ: 2,18 мг/л.

25. На титрование 200 мл воды в присутствии фенолфталеина израсходовано 2,20 мл раствора едкого натра ($T_{\text{NaOH}} = 0,0003628 \text{ г/мл}$). Сколько мг свободного диоксида углерода содержалось в 1 л анализируемой воды? Ответ: 1,99 мг/л.

26. Для определения железа в воде колориметрическим методом в две мерные колбы емкостью 25,00 мл ввели в первую 6,00 мл и во вторую 9,00 мл стандартного раствора железа ($T_{\text{Fe}} = 0,0100 \text{ г/мл}$), в третью колбу - 20 мл испытуемого раствора. После добавления соответствующих реактивов были определены оптические плотности растворов на фотоэлектроколориметре: $A_1 = 0,33$; $A_2 = 0,63$; $A_x = 0,51$. Вычислить содержание железа в анализируемой воде в мг/л. Ответ: 3,9 мг/л.

27. Для определения железа в воде в мерных колбах емкостью 50,00 мл были приготовлены стандартный и испытуемый растворы. Для приготовления стандартного раствора взяли 8,00 мл раствора соли железа(III) ($T_{\text{Fe}} = 0,0100 \text{ г/мл}$), а для приготовления испытуемого - 25,00 мл воды. После добавления соответствующих реактивов оптические плотности растворов определили на фотоэлектроколориметре: $A_{\text{ст}} = 0,65$; $A_x = 0,62$. Вычислить концентрацию железа

в испытуемой воде в мг/л. Ответ: 3,05 мг/л.

28. На титрование 200 мл воды из Невы было затрачено 2,25 мл 0,1 н раствора KMnO_4 ($K = 0,8466$). Вычислить окисляемость воды и сделать вывод о загрязнении ее восстановителями, если норма окисляемости по кислороду 7,6 мг/л. Ответ: 7,62 мг/л.

29. На титрование 100 мл воды из Амура было затрачено 2,80 мл 0,1 н раствора KMnO_4 ($K = 0,9450$). Вычислить окисляемость воды и сделать вывод о загрязнении ее восстановителями, если норма окисляемости по кислороду 21,2 мг/л. Ответ: 21,16 мг/л.

30. На титрование 200 мл воды из Волги было затрачено 2,40 мл раствора KMnO_4 ($T_{\text{KMnO}_4/\text{O}} = 0,0008240$ г/мл). Вычислить окисляемость воды и сделать вывод о загрязнении ее восстановителями, если норма окисляемости по кислороду 5,5 мг/л. Ответ: 9,89 мг/л.

31. Вода Волги содержит 3,32 мг-экв/л карбонатной жесткости, 6,52 мг-экв/л общей жесткости, 1,56 мг-экв/л магния и 11,0 мг-экв/л свободного диоксида углерода. Сколько мг CaO и Na_2CO_3 для пробного умягчения 1 л воды содово-известковым методом. Ответ: 165 мг; 196 мг.

32. Осадок оксида серебра (I) при контакте с водой в небольшой степени переходит в раствор. Укажите молекулярную формулу соединения, в виде которого серебро находится в воде. Определите pH его насыщенного раствора при 25°C. Предельно допустимая массовая концентрация ионов Ag^+ в питьевой воде составляет 0,01 мг/л. Докажите расчетом, что значение той же величины в насыщенном растворе над твердым Ag_2O превышает предельно допустимое. Во сколько раз надо разбавить насыщенный раствор, чтобы эти значения стали равными?

33. Во сколько раз за сутки растение элодея канадская массой 200 кг может снизить концентрацию гидрокарбоната кальция в водоеме объемом 1000 м³, если 100 кг этого растения за 10 часов вызывают осаждение 2 кг углекислого кальция? Начальная равновесная концентрация $[\text{CO}_2] = 30$ мг/л. Ответ: в 1,2 раза.

36. Массовая доля йода в морской воде 5·10–6%, в морских водорослях – 0,5 %, зола морских водорослей содержит 2–3 % йода в виде солей. Зола обрабатывается водой и упаривается. Хлориды и сульфаты, содержащиеся в золе, выпадают в осадок, а йодиды как более растворимые остаются в растворе. Йод получают обработкой маточного раствора хлором или оксидом марганца (IV) в кислой среде. Напишите уравнения реакций получения йода. Какую массу золы нужно обработать для получения йода массой 1 кг? Какую массу морских водорослей нужно для этого сжечь? В каком объеме воды будет содержаться эта масса йода? Ответ: 40 кг; 200 кг; 2·10⁷ кг.

37. pH крови здорового человека составляет 6,35, желудочного сока – 1,5. Рассчитайте концентрацию водородных ионов в крови и желудочном соке.

Химия почвы.

Контрольные вопросы.

1. Особенности химического состава почвы.
 2. Основные элементы питания растений и их содержание в почве.
 3. Состав почвы.
 4. Органические и неорганические составляющие почвы.
 5. Классификация химических соединений почвы по растворимости.
 6. Методы подготовки почвы к анализу.
 7. Водная вытяжка из почвы.
 8. Определение содержания кальция и магния в водной вытяжке из почвы.
 9. Определение кислотности почвы.
 10. Определение содержания сульфат-ионов в водной вытяжке из почвы.
 11. Вытяжки из почвы: водные, солевые и щелочные, их применение.
 12. Подвижность химических элементов в почве.
 13. Определение карбонат- и бикарбонат ионов в водной вытяжке из почвы.
 14. Почвенный воздух и почвенная вода.
- Задачи для самостоятельного решения

1. Для анализа почвы нужно приготовить 500 мл 20 % раствора соляной кислоты. Сколько мл 35 % раствора HCl нужно взять, чтобы приготовить требуемый раствор? Какова нормальность раствора HCl, полученного после разбавления раствора? Ответ: 2,67 мл; 6 н.
2. Для определения железа воздушно-сухая навеска глины 0,8644 г после соответствующей обработки переведена в раствор и помещена в мерную колбу емкостью 73 250 мл. В 100 мл полученного раствора железо восстановлено до Fe²⁺ и на титрование израсходовано 9,5 мл 0,01 н раствора KMnO₄ (K= 1,1140). Рассчитать процентное содержание Fe₂O₃ в сухой пробе, если аналитическая влага составляет 1,85 %. Ответ: 2,49 %.
3. Из воздушно-сухой навески глины 0,9215 г после соответствующей обработки получен осадок полуторных оксидов 0,2671 г и SiO₂ 0,4596 г. Вычислить процентное содержание SiO₂ и Fe₂O₃ в сухом образце, если содержание влаги составляет 2,45 %. Ответ: 51,13 и 29,72 %.
4. Для определения кремниевой кислоты проба глины 0,8793 г после сплавления переведена в раствор. Раствор упарен, а образовавшаяся кремниевая кислота отфильтрована и прокалена в платиновом тигле. Масса тигля с осадком 7,7820 г. Для получения более точных результатов осадок обработан плавиковой кислотой и вновь прокален. Масса тигля с остатками составила 7,0930 г. Вычислить процентное содержание оксида кремния в образце в пересчете на сухую пробу, если аналитическая влага составляет 2,36 %. Ответ: 80,26 %.
5. Для анализа нитрата калия взята навеска 0,2800 г. При разложении ее в нитрометре выделилось 65,20 мл оксида азота при температуре 18,0°C и давлении 738 мм рт. ст. Определить процентное содержание нитрата калия в образце калийной селитры. Ответ: 95,96 %.
6. Для анализа нитрита калия взята навеска 0,2512 г. При разложении ее в нитрометре выделилось 58,40 мл оксида азота при температуре 22°C и барометрическом давлении 752 мм рт. ст. Определить процентное содержание нитрата калия в образце калийной селитры. Ответ: 80,72 %.
7. Для определения азота по Кьедалью навеску удобрения 0,9258 г обработали серной кислотой и после полного разложения раствор нейтрализовали щелочью. Аммиак отогнали в колбу, содержащую 40,00 мл раствора серной кислоты (T= 0,02296 г/мл). На титрование избытка кислоты израсходовано 28,20 мл раствора гидроксида натрия (K= 1,2200 к 0,2 н.). Рассчитать процентное содержание азота в образце. Ответ: 17,92 %.
8. Для определения фтора в удобрении навеску апатита 1,7580 г обработали серной кислотой в присутствии кварцевого песка и произвели отгонку полученной кремнефтористоводородной кислоты в раствор, содержащий хлорид калия. Полученный раствор нейтрализовали едким натром до pH 3,4, а на титрование в присутствии фенолфталеина израсходовано 19,70 мл 0,1 н. раствора едкого натра (K=0,8790). В присутствии фенолфталеина протекает реакция: $K_2SiF_6 + 4 NaOH = 2 KF + 4 NaF + SiO_2 + H_2O$. Рассчитать процентное содержание фтора в образце. Ответ: 2,93 %.
9. Для определения аммонийного азота навеску удобрения массой 2,635 г растворили в мерной колбе вместимостью 250 мл. К 25,00 мл полученного раствора добавили формальдегид, выделившуюся кислоту оттитровали 18,72 мл раствора NaOH (T(NaOH) = 0,003987). На титрование формальдегида в холостом опыте израсходовали 0,5 мл NaOH. Вычислить массовую долю азота в удобрении (в%). Ответ: 9,65 %.
10. Навеску удобрения массой 4,026 г разложили действием минеральной кислоты и объем раствора довели до 250,0 мл. Пробу 50,00 мл фильтрата после удаления нерастворимого остатка нейтрализовали NaOH до появления мути, добавили ацетатный буферный раствор до pH 4,6 и довели до объема 250,0 мл. Для определения кальция пробу 25,00 мл полученного раствора оттитровали 10,02 мл 0,05121 М ЭДТА с флуорексоном. На титрование такой пробы раствора с хром темно-синим для определения суммарного содержания кальция и магния израсходовали 18,14 мл того же раствора ЭДТА. Вычислить массовые доли(%) CaO и MgO в удобрении. Ответ: 35,75 % CaO; 20,80 % MgO.
11. Для определения воды в почве взяли навеску массой 1,500 г и оттитровали 9,82 мл йодпи-

ринового раствора (SO_2 , I_2 , $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ - реактив Фишера), титр которого установили по стандартному раствору воды в метаноле с $T(\text{H}_2\text{O}) = 0,0100$. На титрование 2,00 мл стандартного раствора воды израсходовали 5,85 мл реактива Фишера. Вычислить массовую долю (в%) воды в почве. Ответ: 2,24 %.

12. Из навески суперфосфата, содержащего 14,50 % влаги, массой 0,5302 г получили 0,3240 г $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$. Вычислить массовую долю (%) P_2O_5 во влажном и сухом суперфосфате. Ответ: 38,98 %; 45,59 %.

13. В образце лунного грунта обнаружен минерал, содержащий 16,2 % кальция, 22,5 % железа, 22,6 % кремния и 37,8 % кислорода. Рассчитать эмпирическую формулу минерала. Ответ: $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$.

14. Из навески силикатной породы массой 1,000 г получили 0,1015 г смеси NaCl и KCl . Из этой смеси получили 0,2040 г K_2PtCl_6 . Вычислить массовые доли (%) Na_2O и K_2O в силикате. Ответ: 2,06 %; 3,95 %.

15. Из навески силикатной породы массой 1,500 г получили 0,1322 г смеси NaCl и KCl . Из этой смеси осадили 0,1022 г KClO_4 . Вычислить массовые доли (%) Na_2O и K_2O в силикате. Ответ: 2,73 %; 2,32 %.

16. Для анализа образца торфа взята навеска 1,6340 г, из которой после прокаливании до постоянной массы получилось 0,4102 г золы. Какова зольность образца? Ответ: 25,10 %.

17. При определении аммиака в образце органического удобрения он осажден платинохлористоводородной кислотой и полученный осадок прокален до полного разложения и взвешен. Сколько процентов аммиака содержал образец, если навеска была 0,1128 г, а масса прокаленного осадка 0,0984 г? Ответ: 15,22 %.

18. Навеску удобрения массой 2,503 г обработали минеральной кислотой и объем полученного раствора довели до 250,0 мл, осадок отфильтровали. 50,00 мл фильтрата поместили в мерную колбу вместимостью 100,0 мл, туда же добавили 25,00 мл 0,1 М $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ($K = 0,9789$) и довели раствор до метки. В результате взаимодействия ортофосфорной кислоты с нитратом висмута, образовался осадок ортофосфата висмута. Осадок образовался в соответствии с реакцией $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{BiPO}_4 \downarrow + 3 \text{HNO}_3$. Осадок вновь отделили фильтрованием. В 50,00 мл фильтрата оттитровали избыток ионов Bi^{3+} 15,00 мл 0,05 М ЭДТА ($K = 1,001$) в присутствии пирокатехинового фиолетового. Определить массовую долю (в%) P_2O_5 в удобрении. Ответ: 13,41 %.

19. Какую массу гербицида, содержащего около 7 % KOCN , следует взять для анализа, чтобы после осаждения цианата семикарбазидом по реакции $\text{OCN}^- + \text{NH}_2\text{CONHNH}_3 + \rightarrow \text{NH}_2\text{CONHNHCONH}_2 \downarrow$ получить 0,25 г осадка $(\text{NH}_2\text{CONH})_2$? Ответ: 2,5 г.

20. Из навески криолита массой 0,4525 г получили 0,0809 г Al_2O_3 . Вычислить массовую долю (%) Na_3AlF_6 в криолите. Ответ: 73,62 %.

21. Навеску пестицида, содержащего 20,86 % формальдегида, массой 3,017 г обработали 50,00 мл 1,0 М NaOH ($K = 0,9022$) в присутствии пероксида водорода $\text{HCHO} + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O}$. Избыток щелочи оттитровали раствором HCl ($T(\text{HCl}) = 0,03798$). Какой объем соляной кислоты затратили на титрование? Ответ: 23,19 мл.

22. Из навески известняка массой 0,1862 г, растворенной в соляной кислоте, ионы кальция осадили в виде $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Промытый осадок растворили в разбавленной серной кислоте и образовавшуюся щавелевую кислоту оттитровали 22,15 мл раствора перманганата калия $T(\text{KMnO}_4/\text{CaCO}_3) = 0,005820$. Рассчитать массовую долю (в%) CaCO_3 в известняке. Ответ: 69,23 %.

23. Рассчитать массовую долю (%) MnO_2 в природном пиролюзите, если образец массой 0,4000 г обработали разбавленной серной кислотой, содержащей 0,6000 г $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, и избыток щавелевой кислоты оттитровали 23,26 мл 0,1129 н KMnO_4 ($f = 1/5$). Ответ: 74,91 %.

24. Рассчитать массовую долю (в%) меди в руде, если из навески руды массой 0,6215 г медь перевели в раствор в виде ионов Cu^{2+} , добавили к этому раствору KI и на титрование выделившегося I_2 израсходовали 18,23 мл раствора тиосульфата натрия с $T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Cu}) = 0,006208$. От-

вет: 18,21 %.

Химия атмосферы.
Контрольные вопросы.

1. Факторы, влияющие на правильность отбора проб атмосферного воздуха.
2. Виды поглотительных приборов для отбора проб воздуха.
3. Модели поглотительных приборов Рихтера и их особенности.
4. Отбор проб аэрозолей и твердых частиц с использованием фильтров АФА.
5. Устройства для аспирации воздуха.
6. Расчет оптимального объема воздуха при отборе проб.
7. Расчет результатов анализа проб воздуха.
8. Устройство ротаметра и определение скорости аспирации воздуха.
9. Методика определения содержания аэрозоля серной кислоты в пробах воздуха.
10. Методика определения содержания паров аммиака в пробах воздуха.
11. Отбор проб воздуха при определении аэрозолей кислот и щелочей.
12. Отбор проб воздуха при определении аммиака в воздухе.
13. Поглотители Зайцева и поглотители с пористой пластинкой, их особенности.
14. Перечислите все возможные источники, включая и естественные, появления в атмосфере: CO , O_2 , CH_4 , NO .
15. Опишите все способы окисления SO_2 и SO_3 . Как влияет на окружающую среду это окисление?
16. Образование в атмосфере сернокислотных дождей возможно фотохимическим путем:
 $\text{SO}_2 + h\nu \rightarrow \text{SO}_2^*$; $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3 + \text{O}$; $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$; Объясните возможность указанных реакций.
17. Плотная дымка, окутывающая многие промышленные районы, представляет собой распыленный сульфат аммония. Объясните его образование.
18. В выхлопных газах автомобиля имеется NO . Объясните возможность его образования, имея в виду, что в цилиндре автомобильного двигателя достигается высокое давление и температура порядка 2400 К. В какие реакции вступает NO в воздухе?
19. Для уменьшения содержания NO в выхлопных газах применяют катализаторы, которые способствуют реакции NO с H_2 или с CO . Составьте уравнения реакций.
20. Под действием атмосферного SO_2 мрамор превращается в гипс. Составьте уравнения реакции, приводящей к разрушению мрамора.
21. Почему в каждом аэропорту вы найдете объявление, запрещающее провозить в самолете ртуть в любом виде?

Задачи для самостоятельного решения.

1. Агрегат по производству серной кислоты выбрасывает в течение часа в атмосферу 17 м³ газов ($\phi(\text{SO}_2) = 16\%$). Определите массу оксида серы (VI), выбрасываемого в атмосферу за сутки, и массу аммиачного поглотителя (в виде $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), необходимого для поглощения этого оксида серы. Ответ: 186,5 кг; 102 кг.
2. За год в биосфере в результате биологической фиксации образуется 92 млн. т связанного азота, потери его вследствие денитрификации составляют 82 млн. т. Рассчитайте, сколько заводов с производительностью 1500 т аммиака в сутки фактически подменяют биосинтез. Ответ: 22 завода.
3. Дерево при максимальной интенсивности фотосинтеза способно превратить в углеводы примерно 50 г углекислого газа за сутки. Какой объем кислорода (н. у.) выделяет роща из 500 деревьев за это время? Ответ: 12,7 м³.
4. Рассчитайте, какова концентрация CO в помещении, если при пропускании воздуха объемом 2 л через оксид йода (V) образовалось 0,036 мг йода. Ответ: $3,55 \cdot 10^{-7}$ моль/л.
5. Ежегодно в атмосферу выделяется около 150 млн. тонн SO_2 . Сколько тонн 100 % серной ки-

слоты теоретически можно получить из этого количества диоксида серы?

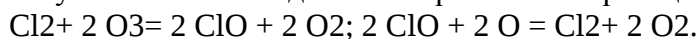
6. Установлено, что в атмосфере большого города содержится озона 0,26 % (по объему). Сколько молекул озона приходится на кубический метр такой атмосферы при температуре 26°C и давлении 760 мм рт ст?

7. После дезинфекции раствором хлорной извести был проведен анализ воздуха на содержание в нем хлора. Для этого 40 м³ воздуха, загрязненного хлором, пропустили через нагретый раствор йодида калия, масса которого уменьшилась на 73,2 мг. Найдите концентрацию хлора в воздухе и определите, опасно ли его содержание для здоровья людей (ПДК хлора равно 1 мг/м³).

8. Предположим, что в атмосфере промышленного города площадью 580 км² Концентрация SO₂ равна 6 мг/м³ и, что сернистый газ равномерно распределен в атмосфере до высоты 1200 м. Какова суммарная масса сернистого газа в атмосфере при давлении 740 мм рт ст. и температуре 24°C?

9. Содержание угарного газа в отработанных газах автомашины «Жигули» не должно превышать 4,5 % по объему. Соответствует ли режим работы двигателя указанной норме, если при пропускании 25 л выхлопных газов (содержащих по объему CO₂ вдвое больше, чем CO) через 18,5 мл 10 % раствора гидроксида натрия произошло полное насыщение раствора?

10. Аэрокосмические корабли многоразового использования типа «Спейс Шаттл» опасны для озонового слоя. При запуске одного такого корабля ракетные ускорители на высотах до 50 км выбрасывают в атмосферу 187 тонн хлора. 1 молекула хлора способна уничтожить 1·10⁵ молекул озона. Взаимодействие протекает по реакциям:



Рассчитайте, сколько тонн озона уничтожит такой выброс хлора, если учесть, что в реакциях участвует весь хлор. Ответ: 12643200 тонн озона.

11. Космический корабль выбрасывает в атмосферу 7 тонн оксидов азота. 1 молекула оксида азота уничтожает 10 молекул озона. Взаимодействие идет по реакциям: NO + O₃ = NO₂ + O₂; NO₂ + O = NO + O₂.

Рассчитайте, сколько тонн озона уничтожит такой выброс оксидов азота, если в реакциях участвуют все выброшенное кораблем вещество. Ответ: 111,84 тонны озона.

12. Теплоэлектростанция работает на каменном угле, содержащем 0,5 % серы и 6,5 % несгораемых примесей. Экологи определили, что над станцией среднесуточный объем облачности составляет 20 куб. км, а содержание сернистой кислоты в облаках 0,256 мг/м³. Считая станцию единственным загрязнителем атмосферы, определить, сколько тонн шлаков вывозится с нее на свалку ежедневно. Ответ: 26 тонн.

13. Один из способов получения меди из руды, содержащей медь в виде Cu₂S, заключается в следующем: руду первоначально обжигают в токе воздуха, а затем обожженную руду смешивают с вдвое меньшим количеством необожженной руды и полученную смесь прокаливают без доступа воздуха. Напишите уравнения реакций и рассчитайте количество SO₂, поступившего в атмосферу, если первоначально обжигают 1 тонну Cu₂S. Воздух после получения меди не очищают. Ответ: 0,4 тонны SO₂.

14. Газовые выбросы химических производств (нефтепереработка) могут содержать значительные количества сероводорода. Для предотвращения загрязнения окружающей среды выбросы вовлекают в Клаус-процесс: их смешивают с воздухом или (кислородом) и пропускают через нагретый катализатор Fe₂O₃/Al₂O₃. После охлаждения газы можно безопасно выпускать в атмосферу.

1. Считая, что первоначально в газовых выбросах был только единственный ядовитый компонент – сероводород, приведите схему Клаус-процесса (в форме химической реакции).

2. Рассчитайте расход кислорода (м³/сек), необходимого для проведения процесса, если выбрасывается 1,5 м³/сек газов с 10 % объемным содержанием сероводорода.

3. Определите, какое количество тепла может быть дополнительно произведено на комбинате в течение суток за счет Клаус-процесса, если в результате реакции выделяется 23,65 кДж на 1 л израсходованного кислорода.

4. Определите массу твердых продуктов Клаус- процесса, образующихся за сутки непрерывной работы комбината. На каких химических производствах их можно было бы использовать? Ответ: 0,075 м³/сек, 1,53 · 10⁸ кДж, 18,5 тонн серы.
15. Внесенная в лабораторию бумага, пропитанная ацетатом свинца («свинцовая бумага»), через некоторое время чернеет. О наличии какого газа в лаборатории это свидетельствует? Почему серебряные и медные предметы на воздухе чернеют? Напишите соответствующие уравнения реакций.
16. Предельно допустимая концентрация сероводорода в атмосфере промышленных зданий составляет 10 мг H₂S на 1 м³ воздуха при 20°C. Какой способ выражения состава газового раствора задан этим значением? Рассчитайте предельно допустимую массовую долю (%) сероводорода в воздухе (M = 29,08 г/моль) при нормальном атмосферном давлении.
17. Предложите химическое объяснение чрезвычайно высокой ядовитости моно оксида углерода, что дало право называть его угарным газом. Рассчитайте отношение числа молекул O₂ к числу молекул CO при вдыхании 1 л воздуха с предельно допустимой концентрацией CO, равной 0,03 мг/л. Объемная доля кислорода в воздухе составляет 20,95%.
18. Для определения содержания метил хлорида CH₃Cl (M = 50,49 г/моль) в воздухе через поглотительную склянку с этиловым спиртом пропустили пробу объемом 2,000 л, затем в полученном растворе провели щелочной гидролиз и выделившиеся хлорид- ионы осадили в виде AgCl добавлением 20,00 мл 0,05 M AgNO₃ (K = 1,085). На титрование избытка серебра было затрачено 15,50 мл 0,05 M NH₄SCN (K = 0,9815). Вычислить концентрацию (г/л) CH₃Cl в воздухе. Ответ: 0,008188 г/л.
19. При анализе воздуха на содержание ксилола по реакции с формальдегид серной кислотой отбор проб осуществлялся при помощи жидкостных поглотителей Полежаева, заполненных 4 мл четыреххлористого углерода. Пробы отбирались со скоростью 1 л/мин в течение 2 минут. Температура воздуха в помещении - 18°C, давление 748 мм рт. ст. Полученное значение содержания ксилола в пробе составило 0,008 мг. Рассчитать концентрацию ксилола в исследуемом воздухе и определить степень его загрязненности, если ПДК для ксилола равно 50 мг/м³. Ответ: 4,32 мг/м³.
20. При анализе на содержание аэрозоля серной кислоты в атмосферном воздухе были получены следующие данные: скорость аспирации воздуха 6 л/мин, время аспирации - 15 минут, содержание серной кислоты в пробе 40 мкг. Условия отбора проб: фильтры АФАХА, электроаспиратор, температура - 20°C, давление 769 мм рт. ст. Определить концентрацию аэрозоля серной кислоты в исследуемом воздухе. ПДК тумана серной кислоты - 1 мг/м³. Ответ: 0,47 мг/м³.
21. Для определения максимальной разовой концентрации аммиака исследуемый воздух со скоростью 1 л/мин в течение 30 минут протягивают через поглотительный прибор, содержащий 6 мл 0,02 н серной кислоты. После проведения аналитической реакции по калибровочному графику, концентрация аммиака в пробе составила 0,8 мкг. Рассчитать максимальную разовую концентрацию аммиака в исследуемом воздухе, если отбор пробы проводился при 25°C и давлении 770 мм рт. ст. Ответ: 0,0285 мг/м³.
22. Для определения разовой концентрации диоксида азота исследуемый воздух со скоростью 0,3 л/мин в течение 35 минут протягивают через поглотительный прибор с пористой пластиной, содержащей 5 мл поглотительного раствора (реактив Грисса- Илосвая). Результаты анализа показали, что в пробе содержание диоксида азота составило 1,5 мкг. Рассчитать разовую концентрацию диоксида азота в исследуемом воздухе, если отбор пробы проводился при 15°C и давлении 100 Кпа. Ответ: 0,152 мг/м³.
23. При анализе воздуха на содержание озона использовалась реакция взаимодействия его с ионами двухвалентного железа в кислой среде. Исследуемый воздух аспирировался в течение 40 минут со скоростью 0,5 л/час. Эквивалентное содержание озона в пробе составило 2,82 мкг. Рассчитать концентрацию озона в исследуемом воздухе, если отбор пробы проводился при 18°C и давлении 105,6 Кпа. Ответ: 8,81 мг/м³.
24. Определение оксида углерода в атмосферном воздухе основано на восстановлении оксидом

углерода аммиачных растворов оксида серебра и последующем колориметрическом определении окрашенных растворов. При анализе пробы воздуха получены следующие данные: содержание СО составило 0,75 мг; скорость отбора пробы- 0,5 л/мин; время аспирации- 12 минут; температура воздуха- 19,5°C; атмосферное давление- 745 мм рт. ст. Рассчитать степень загрязненности воздуха, если ПДК для СО20 мг/м3. Ответ: 0,13 мг/м3.

25. При анализе воздуха на содержание диоксида хлора используется метод, основанный на реакции с иодидом калия в нейтральной среде. Предельно допустимая концентрация диоксида хлора в воздухе 0,1 мг/м3. Отбор пробы воздуха проводился в течение 20 минут со скоростью 0,5 л/мин при температуре 22°C и атмосферном давлении 765 мм рт. ст. Содержание диоксида хлора в пробе составило 3,8 мкг. Определить степень загрязнения воздуха. Ответ: 0,41 мг/м3.

26. Анализ проб воздуха на содержание фтора проводится по реакции с метиловым красным. ПДК фтора в воздухе 0,15 мг/м3. Проба атмосферного воздуха протягивалась через поглотительный прибор со скоростью 10 л/час. Ослабление окраски поглотительного раствора произошло через 5 минут. Содержание фтора в пробе составило 3,8 мкг. Определить степень загрязненности воздуха, если отбор проб проводился при температуре 20°C и давлении 98,5 Кпа. Ответ: 5,06 мг/м3.

27. Определение паров и аэрозоля хлорида ртути (II) основано на поглощении аэрозоля сулемы из воздуха бумажным фильтром и паров водой. ПДК сулемы в воздухе 0,1 мг/м3. 25 л воздуха со скоростью 0,5 л/мин протягивают через патрон с фильтром и последовательно присоединенный к нему поглотительный прибор с 5 мл воды. Содержание сулемы в пробе воздуха составило 3,5 мкг. Определить степень загрязненности воздуха, если отбор проб проводился при температуре 21°C и давлении 104,5 Кпа. Ответ: 0,146 мг/м3.

Вопросы для подготовки к экзамену по химии окружающей среды и химическому мониторингу

Введение в химию окружающей среды

1. Определение химии окружающей среды, предмет и методы изучения химии окружающей среды
2. Объекты изучения химии окружающей среды (гидросфера, атмосфера, литосфера)
3. Понятие о биосфере и ноосфере
4. Основные круговороты в природе (большой, малый)
5. Биогеохимические циклы N₂, P, C, O₂
6. Виды антропогенного воздействия на окружающую среду
7. Понятие «загрязнение», объекты и типы загрязнений (физические, химические, биологические, эстетические). Источники загрязнений
8. Основные химические загрязняющие вещества
9. Индикаторы экологической ситуации (ПДК) и другие нормативы качества окружающей среды

Химия гидросферы

1. Химическое строение воды. Аномальные свойства воды
2. Химический состав природных вод (растворенные газы, главные ионы, биогенные элементы и микроэлементы)
3. Эвтрофикация водоемов
4. Классификация природных вод по pH (кислотно-основное равновесие в природных водах)
5. Щелочно-кислотные условия вод
6. Общая минерализация вод
7. Растворенное органическое вещество природных вод

8. Окислительно-восстановительные процессы в воде. Основные потенциалопределяющие редокс пары
9. Типы вод по окислительно-восстановительным условиям

Химическое загрязнение природных вод

1. Характеристики основных классов загрязняющих веществ (тяжелые металлы)
2. Характеристики основных классов загрязняющих веществ (полициклические ароматические углеводороды (хлорпроизводные, фосфоорганические соединения, фенолы)
3. Нефть и нефтепродукты
4. Радиоактивные отходы и выбросы
5. Понятие о ксенобиотиках (пестицидах) их происхождении и существовании в окружающей среде

Проблемы водоочистки и водообработки

1. Сточные воды. Типы сточных вод
2. Методы контроля состава сточных вод
3. Методы очистки хозяйственно-бытовых сточных вод
4. Очистка промышленных сточных вод
5. Питьевая вода. Методы получения питьевой воды

Химия почв

1. Понятие «почва». Факторы почвообразования. Строение почвенного профиля
2. Основные типы почв
3. Химический состав почв (неорганические вещества)
4. Органическое вещество почв. Состав и свойства гумуса.
5. Буферность почв.
6. Понятие о емкости катионного обмена (ЕКО)
7. Кислотность и щелочность почв. Засоление почв.
8. Окислительно-восстановительные процессы в почвенной среде. Окислительно-восстановительные режимы основных типов почв.
9. Классификация пестицидов по объектам воздействия, стойкости и способу поступления в организм вредителя.
10. Гигиеническая классификация пестицидов, классификация пестицидов по химическому составу.
11. Классификация удобрений.
12. Почва, как геохимическая среда. Понятие геохимического барьера. Типы геохимических барьеров в почвенных средах и их роль.
13. Виды антропогенного воздействия на почву, ухудшающие ее состояние. Химическое загрязнение почв (назвать причины).
14. Характеристика основных классов веществ, загрязняющих почву.

Химия атмосферы

1. Состав и структура атмосферы. Ее биогенное происхождение. Химические процессы в стратосфере и ионосфере. Химия стратосферного озона.
2. Основные классы веществ, загрязняющие атмосферу.
3. Естественные и антропогенные источники загрязнения атмосферы.
4. Истощение озонового слоя, как глобальная экологическая проблема.
5. Химия тропосферы («фотохимический смог», «классический тип» проблема «кислых дождей»)

Контроль и оценка состояния окружающей среды

1. Токсическое действие загрязняющих веществ, концепция предельно допустимой концентрации (ПДК).
2. Основные принципы организации службы экологического мониторинга. Концепция экологического мониторинга.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература

а) основная литература:

1. Андруз Дж., Бримблекумб П., Джикелз Т., Лисс П. Введение в химию окружающей среды. – М.: Мир, 1999. – 271 с.
2. Скурлатов Ю.И., Дука Г.Г. Мизити А. Введение в экологическую химию. М.: Высшая школа, 1994. – 400 с.
3. Тарасова Н.П., Кузнецов В.А. Сметанников Ю.В. и др. Задачи и вопросы по химии окружающей среды. – М.: Мир, 2002. – 368 с.
4. Орлов Д.С. Химия почв. М.: Изд-во МГУ, 2005, 558 с.
5. Исидоров В.А. Экологическая химия. СПб.: Химия, 2001. – 287 с.
6. Богдановский Г.А. Химическая экология. М.: Изд-во МГУ, 1994. – 237 с.
7. Трифонова Т.А., Гришина Е.П., Мищенко Н.В. Химия окружающей среды. Практикум. Изд-во ВлГУ, 1996. – 48 с.
8. Гришина Е.П. Основы химии окружающей среды: учеб. пособие. Изд-во ВлГУ. Ч. I – 2006 г. – 67 с., ч. II – 2009 г. – 60 с.

8.2. Дополнительная литература

1. Будыко М.И. Эволюция биосферы Л.: Гидрометеиздат, 1984.
2. Дривер Дж. Геохимия природных вод. М. Мир, 1985.
3. Израэль Ю.А. Кислотные дожди. Л.: Гидрометеиздат, 1983.
4. Тинсли И. Поведение химических загрязнителей в окружающей среде. М. Мир, 1982.
5. Химия окружающей среды / под ред. Д.О.М. Бокриса. М.: Химия, 1982.
6. Геохимия окружающей среды/ Сает Ю.Е. и др. М.: Недра, 1990.
7. Перельман А.И. Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Астрель, 1999.
8. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. М.: Логос, 2000.

8.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. <http://blogs.nature.com/climatefeedback/> – сайт журнала «Nature» для обмена мнениями по проблеме изменения климата и др., живая неформальная дискуссия.
2. www.britishcouncil.org/ru/russia.htm – сайт Британского Совета на русском языке, образовательные и информационные материалы.
3. www.climatechange.ru – образовательно-информационный сайт по проблеме изменения климата на русском языке.
4. www.greenpeace.org/russia/ru/ – сайт экологической организации Greenpeace Россия. Широкий спектр острых экологических проблем.
5. www.nature.com/climate – сайт журнала «Nature», свободный доступ к очеркам и статьям.
6. www.pointcarbon.com – фактическая информация и аналитические материалы по текущему состоянию мирового углеродного рынка. Новостная лента, библиотека публикаций.
7. www.rusrec.ru – Российский региональный экологический центр. Новости и аналитические материалы. Экономика окружающей среды.
8. www.unfccc.int – Секретариат Рамочной конвенции ООН об изменении климата и Киотского протокола. Архив документов и решений Конвенции, новости, данные о выбросах парниковых газов, официальные государственные

доклады.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

- 1) аудитория лекционная с мультимедийными средствами для презентации лекционного материала;
- 2) учебная лаборатория с необходимым оборудованием, химической посудой и реактивами, с наглядными пособиями в виде таблиц для проведения лабораторных занятий;
- 3) комплект учебно-методической литературы и справочной литературы для обеспечения самостоятельной работы студентов.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

Рабочая программа составлена с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта профессионального образования **по специальности 04.05.01. – "Фундаментальная и прикладная химия"**, утвержденного **приказом № 1174 от 12.09.2016г Министерством образования и науки РФ**.

11. Технологическая карта дисциплины

Курс IV группа 406 семестр 7,8 на 2018-2019 учебный год

Преподаватель – лектор Шульман А.И., ст. преподаватель

Преподаватель, ведущие практические занятия Шульман А.И., ст. преподаватель

Кафедра химии и МПХ

Семестр	Количество часов						Форма промежуточного контроля
	Трудоем- кость, з.е./часы	В том числе					
		Аудиторных				Самост. работы	
		Всего	Лекций	Лаб. раб.	Практич. занятия		
VII	2,5/90	60	28	32	-	30	Зачет
VIII	4,5/162	86	30	56	-	40	Экзамен, курсовая работа
Итого:	7/252	146	58	88	-	70	36

В соответствии с рекомендованной типовой программой модули внутри дисциплины не запланированы. **Модульно-рейтинговая система не используется.** Студентам на практическом и лабораторном занятии выдаются методические материалы, контрольные вопросы и домашние задания по теме следующего практического занятия, рекомендуются источники для самостоятельного изучения, а на следующем занятии осуществляется закрепление полученных знаний, решение конкретных исследовательских задач, разъяснение не полностью усвоенного материала.

Дополнительные требования для студентов, отсутствующих на занятиях по уважительной причине: устное собеседование с преподавателем по проблемам пропущенных практических занятий, обязательное выполнение внеаудиторных контрольных и письменных работ.

Составитель:



(Шульман А.И., ст. преподаватель),

Зав. кафедрой химии и МПХ



(Щука Т.В., доцент).