Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щекина Вера Витальевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.03.2026 09:16:45
Уникальный программный ключ:
a2232a55157e5[illegible]1190892af53989420420336ffbf573a434e57789

	МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА **Рабочая программа дисциплины**

УТВЕРЖДАЮ
Декан естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»

_____ И.А. Трофимцова
«30» мая 2024 г.

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Направление подготовки
04.03.01 ХИМИЯ

Профиль
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Принята на заседании кафедры химии
(протокол № 8 от «30» мая 2024 г.)

Благовещенск 2024

Содержание

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА 3
2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ 4
3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ) 6
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ 8
5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 9
6 ДИДАКТИЧЕСКЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА 20
7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ 35
8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ 36
9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 36
10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА 37
11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ 39

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель дисциплины – ознакомление с методами, принципами и устройствами, применяемыми при контроле состояния объектов окружающей среды

Задачи дисциплины.

- ввести студентов в круг проблем, связанных со средствами наблюдения и контроля и методическими основами оценки и прогноза состояния среды обитания;
- дать обучаемым теоретические знания и практические навыки, необходимые для выбора методов осуществления мониторинга и приборов контроля среды обитания;
- дать обучаемым навыки планирования и организации работы структурного подразделения, осуществляющего деятельность в области мониторинга среды обитания.

1.2 Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Химические методы контроля качества объектов окружающей среды» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 (Б1.В.15) и логически связана со следующими дисциплинами: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Хроматографические методы анализа», «Спектроскопические методы исследования», «Контроль качества сырья и готовой продукции».

Выполнение лабораторных работ основывается на умениях и навыках, полученных при прохождении курса аналитической химии.

Дисциплина является курсом специализации при подготовке специалистов в области исследования и контроля качества природной среды.

1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: ПК-5, УК-2:

- **ПК-5. С**способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения под руководством специалистов более высокой квалификации, индикаторами достижения которой является:

- **ПК-5.1.** Выбирает методы и средства контроля качества, сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения на соответствие требуемой нормативной документации.
- **ПК-5.2.** Выполняет стандартные операции на типовом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства.
- **ПК-5.3.** Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме.
- **ПК-5.4.** Осуществляет контроль точности аналитического оборудования на соответствие требуемой нормативной документации.

- **УК-2**. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, индикаторами достижения которой является:

- **УК-2.1**. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними.
- **УК-2.2**. Предлагает способы решения ***поставленных*** задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта.
- **УК-2.3**. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм.

- **УК-2.4.** Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректирует способы решения задач.
- **УК-2.5**. Представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен

- знать:

- стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ;
- основные правила владения базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований
- основные методы исследования, и математической обработки данных химического эксперимента;

- уметь:

- выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения;
- применять стандартное программное обеспечение при проведении научных исследований;
- использовать различные подходы, применяемые для обработки экспериментальных данных;

- владеть:

- навыками планирования, анализа.
- базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований по аналитической химии.
- методами регистрации и компьютерной обработки результатов химического эксперимента.

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Химические методы контроля качества объектов окружающей среды» составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	**Всего часов**	**Семестры 4**
Общая трудоемкость	72	72
Аудиторные занятия	44	44
Лекции	20	20
Лабораторные работы	24	24
Самостоятельная работа	28	28
Вид итогового контроля	-	Зачет

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Учебно-тематический план

		Всего	**Аудиторные**	**Само**

№	Наименование тем (разделов)	часов	занятия		стоятельная работа
			Лекции	Лабораторные занятия	
1	**Введение**	**3**	**2**	**-**	**1**
1.1	Введение. Задачи и организация химического контроля объектов ОС	3	2	-	1
2	**Распределение ксенобиотиков в окружающей среде**	**6**	**4**	**-**	**2**
2.1	Распределение ксенобиотиков в ОС	3	2	-	1
2.2	Превращение ксенобиотиков в ОС	3	2	-	1
3	**Контроль и управление качеством окружающей среды**	**3**	**2**	**-**	**1**
3.1	Контроль и управление качеством ОС. Стандарты качества среды	3	2	-	1
4	**Анализ вод**	**16**	**2**	**8**	**6**
4.1	Вода как объект анализа, пробоотбор и пропоподготовка. Общие правила отбор проб воды	4	2	-	2
4.2	Определение фосфатов	6	-	4	2
4.3	Определение массовой концентрации общего железа с сульфосалициловой кислотой	6	-	4	2
5	**Анализ воздуха**	**10**	**2**	**4**	**4**
5.1	Воздух как объект анализа, пробоотбор и пропоподготовка. Способы улавливания ЗВ. Идентификация ЗВ	4	2	-	2
5.2	Определение углекислого газа в воздухе помещений	6	-	4	2
6	**Анализ почв и донных отложений**	**16**	**2**	**8**	**6**
6.1	Почва как объект анализа, пробоотбор и пропоподготовка. Методы отбора и способы хранения проб почвы в зависимости от задачи анализа	4	2	-	2
6.2	Определение подвижной серы по методу ЦИНАО	6	-	4	2
6.3	Определение подвижных соединений фосфора по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО	6	-	4	2
7	**Анализ пищевых и сельскохозяйственных продуктов**	**10**	**2**	**4**	**4**
7.1	Анализ пищевых и сельскохозяйственных продуктов	4	2	-	2
7.2	Определение содержания нитратов колометрическим методом (по Х.Н. Починку) в растениях	6	-	4	2
8	**Анализ биологических материалов**	**4**	**2**	**-**	**2**
8.1	Анализ биологических материалов	4	2	-	2
9	**Анализ геологических объектов**	**4**	**2**	**-**	**2**

9.1	Анализ геологических объектов	4	2	-	2
ИТОГО		**72**	**20**	**24**	**28**

Интерактивное обучение по дисциплине

№	Наименование тем (разделов)	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Количество часов
1	Контроль и управление качеством окружающей среды	ЛК	Просмотр и обсуждение видеофильма «Шестой океан»	2
2	Определение подвижной серы по методу ЦИНАО	ЛБ	Работа в малых группах	4
3	Определение подвижных соединений фосфора по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО	ЛБ	Работа в малых группах	4
4	Определение содержания нитратов колометрическим методом (по Х.Н. Починку) в растениях	ЛБ	Работа в малых группах	4
ИТОГО				**14**

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

1. **Введение**. Задачи и организация химического контроля объектов окружающей среды. Характеристика объектов: воздуха, воды, почвы. Определяемые компоненты как естественные и загрязняющие (ксенобиотики). Хемосфера, ее характеристика.

2. **Распределение ксенобиотиков в окружающей среде.** Перенос вещества с общим потоком массы в экосистеме. Перенос вещества между сферами, влияние свойств химического вещества. Количественное описание, хемодинамика. Превращение ксенобиотиков в окружающей среде**.** Фотолиз. Окислениевосстановление и р е среды. Гидролиз как нуклеофильная реакция. Метаболические превращения. Роль биотрансформации в экосистемах, ее учет. Примеры применения хемодинамики.

3. **Контроль и управление качеством окружающей среды**. Стандарты качества среды. Пороговая концепция. Предельно допустимая концентрация.

4. **Анализ вод**. Классификация вод. Основные аналитические проблемы. Пробоотбор и хранение проб. Определение обобщенных физических и химических показателей, определяющих качество воды: прозрачности, мутности, цветности, водородного показателя, окислительновосстановительного потенциала, щелочности, растворенного кислорода, окисляемости, химического и биохимического потребления кислорода (ХПК и БПК). Биотестирование как способ оценки качества вод. Определение индивидуальных неорганических компонентов вод: хлоридов, фторидов, нитритов, нитратов, фосфатов, серосодержащих анионов, ионов аммония, щелочных и щелочноземельных металлов. Определение жесткости воды. Определение свободного хлора. Формы существования тяжелых металлов и радионуклидов в водах. Определение тяжелых металлов и радионуклидов. Способы концентрирования тяжелых металлов и радионуклидов из вод. Природные органические вещества вод. Общая оценка содержания органических веществ: определение органического углерода, азота, фосфора. Основные классы загрязняющих органических веществ: поверхностно-активные вещества, фенолы, нефтепродукты, полиароматические углеводороды, азот-, серо- и фосфорсодержащие пестициды, хлорорганические соединения (хлорсодержащие пестициды, полихлорированные бифенилы, полихлордибензофураны, полихлорди-бензо-п-диоксины).

Источники попадания, устойчивость в окружающей среде, токсичность, методы извлечения, концентрирования, разделения и определения.

5. **Анализ воздуха**. Основные проблемы анализа городского воздуха, воздуха рабочей зоны, промышленных и транспортных выбросов. Способы и методы отбора проб воздуха. Артефакты, возникающие в процессе пробоотбора. Химический состав воздуха. Определение неорганических компонентов воздуха природного и техногенного происхождения: озона, оксидов углерода, азота, серы, аммиака, сероводорода. Определение органических соединений: алифатических и ароматических углеводородов, карбонильных и хлорорганических соединений, фенолов, спиртов, эфиров, металлоорганических соединений, меркаптанов, алифатических аминов. Анализ газовых выбросов автотранспорта. Аэрозоли: образование в атмосфере, роль в переносе нелетучих загрязняющих веществ, особенности пробоотбора и анализа. Автоматизация анализа воздуха. Основные типы газоанализаторов. Дистанционные методы анализа.

6. Анализ почв и донных отложений. Особенности почвы как объекта окружающей среды. Пробоотбор. Химический состав почв. Гумусовые вещества: строение, реакционная способность, функции в окружающей среде. Задачи аналитического контроля. Определение обобщенных показателей: емкости катионного обмена, кислотности, окислительно-восстановительного потенциала, содержания легкорастворимых солей, биологической активности. Определение неорганических компонентов. Элементный и молекулярный анализ. Пробоподготовка. Анализ водной вытяжки на содержание нитратов, нитритов, хлоридов, сульфатов, щелочных и щелочно-земельных металлов. Определение тяжелых металлов: валового содержания и подвижных форм. Определение органических компонентов. Элементный анализ: определение органического углерода и органического азота. Определение токсичных веществ: пестицидов, нефтепродуктов, полиароматических углеводородов, хлорорганических соединений. Методы извлечения и концентрирования загрязняющих органических веществ.

7. **Анализ пищевых и сельскохозяйственных продуктов**. Основные аналитические проблемы. Химические вещества пищи: собственные минеральные и органические вещества, пищевые добавки, чужеродные вещества. Методы их извлечения, концентрирования, разделения. Определение компонентов, определяющих пищевую ценность продукта: белков, жиров, углеводов, витаминов, аминокислот и других органических кислот. Оценка безопасности пищевых продуктов: определение токсичных металлов (ртути, мышьяка, свинца, кадмия, олова, меди и др.), нитратов, нитритов, пестицидов, антибиотиков, консервантов, пищевых добавок, нитрозоаминов, микотоксинов и др.

8. Анализ биологических материалов. Требования к отбору, транспортировка и хранение биомасс. Анализ биологических материалов на содержание лекарственных препаратов, токсичных и одурманивающих веществ. Способы извлечения и концентрирования токсикантов. Тест-методы.

9. **Анализ геологических объектов**. Выбор схемы анализа, определяемой природой объекта. Рудные полезные ископаемые: железные, титаномагнититовые и марганцевые руды. Способы разложения в зависимости от содержания железа и кремния. Определение железа, алюминия, марганца, примесей титана, ванадия, никеля, меди, хрома. Определение компонентов вмещающей породы. Полиметаллические руды. Схемы анализа при определении основных компонентов (меди, цинка, железа, свинца, кадмия) и микропримесей (серы, мышьяка и марганца). Особенности анализа руд хрома, никеля, кобальта, ртути, олова и сурьмы. Способы отделения хрома, ртути, олова и сурьмы при определении микрокомпонентов в рудах. Анализ геологических материалов, содержащих редкоземельные элементы. Способы выделения, концентрирования и определения РЗЭ. Анализ нерудных полезных ископаемых: силикатных и карбонатных пород. Определение характера породы и основных компонентов: SiO_2, $A1_2O_3$, Fe_2O_3, FeO, MgO, CaO, Na_2O, K_2O,

P_2O_5, MnO, различных форм воды. Силикатный анализ. Физические и физико-химические методы анализа пород.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Химические методы контроля качества объектов окружающей среды» призвана подготовить к научно-исследовательской деятельности в области экологического мониторинга окружающей среды.

Организация изучения материала курса осуществляется на основе системно-деятельностного подхода и поэтапного формирования умственных действий. Лекции и лабораторные занятия способствуют формированию у студентов базовых знаний, основных мыслительных операций, развитию логики. Лекции носят мотивационно-познавательный характер; лабораторные занятия являются самостоятельными и имеют проблемно-поисковый характер. При выполнении лабораторных работ реализуется творческая деятельность студента, развивается коммуникативная способность, развиваются навыки аргументировано выражать свои мысли и навыки экспериментальной работы.

В разделе «Практикум по дисциплине» дана ссылка на учебное пособие, в котором рассмотрены теоретические основы дисциплины и представлены лабораторные работы. Раздел также содержит планы лабораторных работ с указанием тем лабораторных работ.

Пользуясь предложенными учебным пособиями студентам необходимо изучить содержание рекомендованных к выполнению лабораторных работ, в тетради для лабораторных работ описать содержание работы в следующем порядке: тема лабораторной работы, сущность и принцип метода, лежащий в основе работы, цели и задачи, оборудование и реактивы, ход выполнения работы, результаты анализа, выводы.

В разделе «Дидактические материалы» представлены примеры тестовых заданий и контрольных работ, вынесенные на семинары вопросы.

Контрольный тест, включает вопросы и задания всех разделов изучаемого курса, что позволяет проверить уровень усвоения изученного материала в целом.

Студенты выполняют две контрольные работы, которые представлены практическими задачами. По вопросам вызывающим затруднения следует получить индивидуальную консультацию у преподавателя.

При подготовке к занятию студенту необходимо изучить теоретическое содержание данной темы в соответствии со списком предложенных вопросов. При изучении теоретических вопросов и выполнении задания самоконтроля следует пользоваться рекомендованной учебной литературой, указанной для каждой темы.

Вопросы, выносимые на зачет, составлены в соответствии с программой изучаемого курса, что облегчает подготовку студентов и помогает сформировать целостное представление о предмете.

Общий список учебной, учебно-методической и научной литературы представлен в отдельном разделе пособия.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
1	Введение	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы	1

2	Распределение ксенобиотиков в окружающей среде	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы	2
3	Контроль и управление качеством окружающей среды	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы	1
4	Анализ вод	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы	6
5	Анализ воздуха	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы	4
6	Анализ почв и донных отложений	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников	6
7	Анализ пищевых и сельскохозяйственных продуктов	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы	4
8	Анализ биологических материалов	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников	2
9	Анализ геологических объектов	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников	2
ИТОГО			**28**

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. **Определение фосфатов (колориметрическое определение)**
Определение растворимых ортофосфатов

Принцип метода. Желтое комплексное соединение, образующееся при взаимодействии ортофосфат-ионов с молибдатом в кислой среде, под действием восстановителей превращается в интенсивно окрашенное синее соединение.

Точность определения в диапазоне концентраций от 0,02 до 1,00 мг PO_4^{3-}/л составляет 0,01 - 0,02 мг/дм^3; чувствительность 0,01 мг PO_4^{3-}/дм^3.

Этим способом можно определять ортофосфат-ионы в присутствии многих неорганических и органических веществ, в том числе и в присутствии полифосфатов и сложных эфиров фосфорной кислоты

Сильнокислые или сильнощелочные пробы предварительно нейтрализуют.

Определению мешают сульфиды и сероводород в концентрациях, превышающих 3 мг S^-/дм^3, мешающее влияние можно устранить прибавлением нескольких миллиграммов твердого $KMnO_4$ на 100 мл пробы и встряхиванием в течение 1-2 мин. раствор должен остаться розовым. После этого прибавление реактивов надо проводить в обратном порядке: сначала прилить раствор аскорбиновой кислоты, перемешать, затем прибавить раствор молибдата.

Определению мешают также хроматы в концентрациях, превышающих 2 мг CrO_4^{2-} /дм^3. Это мешающее влияние устраняют, приливая реактивы в обратном порядке, как в предыдущем случае.

Мешают определению арсенаты. Обычно в водах арсенаты отсутствуют, но если они окажутся в больших количествах, надо, определив их содержание, вычесть результат из найденного содержания фосфатов.

Мешающее влияние нитритов устраняют сульфаминовой кислотой, которую вводят в состав применяемого реактива. При большом содержании железа следует ввести эквивалентное количество комплексона III.

Реактивы. 1. Реактив на фосфаты. Смесь молибдата аммония, серной кислоты, сульфаминовой кислоты, хлорида сурьмы и винной кислоты. К 300 мл бидистиллята приливают при перемешивании 144 мл концентрированной серной кислоты. Затем охлаждают приблизительно до 20□ С и при перемешивании прибавляют раствор 10 г сульфаминовой кислоты NH_2SO_3H в 100 мл дистиллированной воды, раствор 12,5 г молибдата аммония $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$□ $4H_2O$ в 200 мл дистиллированной воды, раствор 0,235 г хлорида сурьмы $SbCl_3$ и 0,6 г винной кислоты (или антимонилтартрата калия $KSbOC_4H_4$□ $0,5H_2O$) в 100 мл дистиллированной воды, после чего разбавляют полученную смесь до 1л дистиллированной водой. Реактив хранят в склянке из оранжевого стекла.

2. Аскорбиновая кислота, 10%-й раствор. Растворяют 10 г возможно более чистой аскорбиновой кислоты в бидистилляте и разбавляют раствор до 100 мл. Хранят раствор на холоду; он устойчив приблизительно 30 дней.

3. Фосфат калия однозамещенный, стандартный раствор: *а) основной раствор.* Растворяют 0,7165 г KH_2PO_4, высушенного в течение 2 ч при 105□С, в дистиллированной воде, прибавляют 2 мл хлороформа и разбавляют дистиллированной водой до 1л; 1мл этого раствора содержит 0,50 мг PO_4^{3-}; *б) рабочий раствор I.* Разбавляют 10,00 мл основного раствора до 1 л дистиллированной водой; применяют свежеприготовленный раствор; 1 мл его содержит 0,005 мг PO_4^{3-}; *в) рабочий раствор II*. Разбавляют 50,0 мл рабочего раствора 1 до 250 мл дистиллированной водой; применяют свежеприготовленный раствор; 1 мл его содержит 0,001 мг PO_4^{3-}.

Ход определения. К 50 мл пробы, профильтрованной в день отбора (на месте отбора или в лаборатории), через плотный фильтр «синяя лента» или к меньшему объёму пробы, но разбавленному до 50 мл дистиллированной водой, приливают сначала 2 мл раствора молибдата, через короткое время 0,5 мл раствора аскорбиновой кислоты. Смесь перемешивают и фотометрируют при красном светофильтре (□ 690-720 нм) в кюветах с толщиной оптического слоя 2-5 см по отношению к дистиллированной воде, проведенной через весь ход анализа. Если анализируемая проба содержит полифосфаты и органические соединения фосфора, измеряют оптическую плотность в промежутке времени от 5 до 15 мин. после добавления раствора аскорбиновой кислоты. Если легко гидролизующихся полифосфатов нет, этот промежуток времени может быть увеличен до 60 мин. Если же нет ни полифосфатов, ни органических фосфатов, измерение оптической плотности можно проводить в течение времени от 5 мин. до 48 ч после добавления аскорбиновой кислоты. Если проба была несколько мутной или окрашенной, надо из найденной величины оптической плотности вычесть оптическую плотность раствора, полученного после добавления молибдата, но перед введением аскорбиновой кислоты. Содержание фосфатов находят по калибровочной кривой.

Содержание растворенных неорганических ортофосфатов PO_4^{3-} (мг/дм^3) вычисляют по формуле:

$$x = \frac{c \cdot 50}{V},$$

где *c* - концентрация фосфат- ионов, найденная по калибровочной кривой, мг/л; *V* - объем пробы, взятой для определения, мл; 50 - объем, до которого разбавляют раствор, мл.

Калибровочный график. В ряд колб помещают 0 - 1,0 - 2,5 - 5,0 - 10,0 - 25,0 - 50,0 мл рабочего стандартного раствора II и объём всех растворов доводят до 50 мл

дистиллированной водой, В полученных растворах, концентрации которых отвечают 0 - 0,02 - 0,05 - 0,10 - 0,20 - 0,50 - 1,00 мг PO_4^{3-}/дм^3. Стандартные растворы обрабатывают как пробу, фотометрируют и строят калибровочный график в координатах оптическая плотность - концентрация фосфат-ионов.

Определение гидролизующихся полифосфатов

Принцип метода. В методе используются кислый гидролиз полифосфатов, при котором они переходят в растворимые ортофосфаты, определяемые с помощью молибдата и аскорбиновой кислоты. Одновременно определяют ортофосфаты, первоначально бывшие в пробе, и содержание их вычитывают из найденного результата.

Определению полифосфатов мешают те же причины, что и в случае определения растворенных неорганических ортофосфатов. При гидролизе возможно также частичное разрушение органических соединений фосфора, особенно при высоком содержании этих веществ.

Реактивы. 1.Серная кислота, 37%-й раствор.

2. Те же, что и для колориметрического определения «растворимых ортофосфатов».

Ход определения. К 100 мл пробы, профильтрованной через плотный фильтр «синяя лента» на месте отбора или в тот же день в лаборатории, или к меньшему объему, разбавленному до 100 мл дистиллированной водой, добавляют 2,0 мл 37%-го раствора серной кислоты и кипятят 30 мин. Объем пробы поддерживают постоянным, добавляя дистиллированную воду в пределах 50 - 90 мл.

После охлаждения до комнатной температуры переводят раствор в мерную колбу емкостью 100 мл и разбавляют дистиллированной водой до метки. Отбирают пипеткой 50 мл и определяют ортофосфаты, как описано выше (для растворимых ортофосфатов).

Содержание гидролизующихся полифосфатов (мг/дм^3) вычисляют по формуле:

$$x = \frac{c \cdot 100}{V} - a,$$

где c - концентрация PO_4^{3-} после гидролиза, найденная по калибровочной кривой, мг/дм^3; V - объем пробы, взятой для определения, мл; a - концентрация неорганических ортофосфатов, найденная в пробе отдельным определением, мг/дм^3; 100 - объем, до которого разбавлена проба, мл.

2. Определение массовой концентрации общего железа с сульфосалициловой кислотой

Сущность метода. Метод основан на взаимодействии ионов железа в щелочной среде с сульфосалициловой кислотой с образованием окрашенного в желтый цвет комплексного соединения. Интенсивность окраски, пропорциональную массовой концентрации железа, измеряют при длине волны 400-430 нм. Диапазон измерения массовой концентрации общего железа без разбавления пробы 0,10-2,00 мг/дм^3. В этом интервале суммарная погрешность измерения с вероятностью =0,95 находится в пределах 0,01-0,03 мг/дм^3.

Средства измерений, вспомогательное оборудование, реактивы, посуда

Фотоколориметр
Кюветы с толщиной рабочего слоя 2-5 см.
Весы аналитические лабораторные.
Колбы мерные вместимостью 50, 100 и 1000 см^3.
Пипетки мерные без делений вместимостью 50 см^3.
Пипетки мерные, вместимостью 1, 5 и 10 см^3.
Колбы конические вместимостью 100 см^3.
Аммоний хлористый.
Аммиак водный, 25%-ный раствор.
Квасцы железоаммонийные.

Кислота соляная.
Кислота сульфосалициловая.
Вода дистиллированная.

Все реактивы, используемые для анализа, должны быть квалификации химически чистые (х.ч.) или чистые для анализа (ч.д.а).

I.ПОДГОТОВКА К АНАЛИЗУ

1.1. Приготовление основного стандартного раствора железо-аммонийных квасцов

0,8636 г железоаммонийных квасцов $FeNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ взвешивают с точностью, не превышающей 0,0002 г по шкале весов, растворяют в мерной колбе вместимостью 1 дм^3 в небольшом количестве дистиллированной воды, добавляют 2,00 см^3 соляной кислоты плотностью 1,19 г/см^3 и доводят до метки дистиллированной водой. 1 см^3 раствора содержит 0,1 мг железа.

1.2. Приготовление рабочего стандартного раствора железоаммонийных квасцов

Рабочий раствор готовят в день проведения анализа разбавлением основного раствора в 20 раз. 1 см^3 раствора содержит 0,005 мг железа.

1.3. Приготовление раствора сульфосалициловой кислоты

20 г сульфосалициловой кислоты растворяют в мерной колбе вместимостью 100 см^3 в небольшом количестве дистиллированной воды и доводят этой водой до метки.

1.4. Приготовление раствора хлористого аммония молярной концентрации 2 моль/дм^3

107 г NH_4Cl растворяют в мерной колбе вместимостью 1 дм^3 в небольшом количестве дистиллированной воды и доводят этой водой до метки.

1.5. Приготовление раствора аммиака (1:1)

100 см^3 25%-ного раствора аммиака приливают к 100 см^3 дистиллированной воды и перемешивают.

II. ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА

При массовой концентрации общего железа не более 2,00 мг/дм^3 отбирают 50 см^3 исследуемой воды (при большей массовой концентрации железа пробу разбавляют дистиллированной водой) и помещают в коническую колбу вместимостью 100 см^3. Если пробу при отборе не консервировали кислотой, то к 50 см^3 добавляют 0,20 см^3 соляной кислоты плотностью 1,19 г/см^3. Пробу воды нагревают до кипения и упаривают до объема 35-40 см^3. Раствор охлаждают до комнатной температуры, переносят в мерную колбу вместимостью 50 см^3, ополаскивают 2-3 раза по 1 см^3 дистиллированной водой, сливая эти порции в ту же мерную колбу. Затем к полученному раствору прибавляют 1,00 см^3 хлористого аммония, 1,00 см^3 сульфосалициловой кислоты, 1,00 см^3 раствора аммиака (1:1), тщательно перемешивая после добавления каждого реактива. По индикаторной бумаге определяют значение pH раствора, которое должно быть 9. Если pH менее 9, то прибавляют еще 1-2 капли раствора аммиака (1:1) до pH=9.

Объем раствора в мерной колбе доводят до метки дистиллированной водой, оставляют стоять 5 мин для развития окраски. Измеряют оптическую плотность окрашенных растворов, используя фиолетовый светофильтр (400-430 нм) и кюветы с толщиной оптического слоя 2, 3 или 5 см, по отношению к 50 см^3 дистиллированной воды, в которую добавлены те же реактивы. Массовую концентрацию общего железа находят по градуировочному графику.

Для построения градуировочного графика в ряд мерных колб вместимостью 50 см^3 наливают 0,0; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0 см^3 рабочего стандартного раствора, доводят до метки дистиллированной водой, перемешивают и анализируют, как исследуемую воду. Получают шкалу растворов, соответствующих массовым концентрациям железа 0,0; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 мг/дм^3.

Строят градуировочный график, откладывая по оси абсцисс массовую концентрацию железа, а по оси ординат - соответствующие значения оптической плотности. Построение градуировочного графика повторяют для каждой партии реактивов и не реже одного раза в квартал.

III. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Массовую концентрацию железа (X) в анализируемой пробе, мг/дм^3, с учетом разбавления вычисляют по формуле

$$X = \frac{c \cdot 50}{V},$$

где c - концентрация железа, найденная по градуировочному графику, мг/дм^3;
V - объем воды, взятый для анализа, см^3;
50 - объем, до которого разбавлена проба, см^3.

За окончательный результат анализа принимают среднеарифметическое результатов двух параллельных измерений, допустимое расхождение между которыми не должно превышать 25% при массовой концентрации железа на уровне предельно допустимой. Результат округляют до двух значащих цифр.

Сходимость результатов анализа (А) в процентах вычисляют по формуле

$$A = \frac{2(P_1 - P_2)}{P_1 + P_2} \cdot 100,$$

где P_1 - больший результат из двух параллельных измерений;
P_2 - меньший результат из двух параллельных измерений.

Результат измерения представить в виде $\overline{X} = \pm\Delta$,мг/л при доверительной вероятности Р=0,95, где $\pm\Delta = 0{,}01 \cdot 0{,}25 \cdot \overline{X}$. Результат округляют до двух значащих цифр.

3. Определение углекислого газа в воздухе помещений

Сущность метода. Определение основано на нейтрализации раствора кальцинированной соды углекислым газом в присутствии фенолфталеина.

Средства измерений, вспомогательное оборудование, реактивы, посуда

Шприц вместимостью 100 см^3.
Фенолфталеин – 1%-раствор.
Кальцинированная сода – 0,005%-ный раствор.

I. ПОДГОТОВКА К АНАЛИЗУ

1.1. Приготовление 1%-го раствора фенолфталеина

1 г фенолфталеина растворяют в 80 см^3 этанола и доводят объем до 100 см^3 водой.

1.2 Приготовление поглотительного

Разведением 5,3 г химически чистого Na_2CO_3 в 100 мл дистиллированной воды готовят исходный раствор, к которому прибавляют 0,1% раствор фенолфталеина. Перед анализом готовят рабочий раствор разведением исходного раствора 2 мл до 10 мл дистиллированной водой.

II. ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА

В шприц, наполненный 10 мл рабочего раствора соды с фенолфталеином, держа его вертикально, набирают порцию исследуемого воздуха. Затем энергичным встряхиванием (7-8 раз) воздух приводят в контакт с поглотителем, после чего воздух выталкивается и вместо него набирается одна за другой порции исследуемого воздуха до полного обесцвечивания раствора в шприце. Считают количество объемов (порций) воздуха, пошедших на обесцвечивание раствора. Анализ воздуха проводят в помещении и за пределами помещения (атмосферный воздух).

III. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Результат рассчитывают по обратной пропорции на основании сопоставления количества израсходованных объемов (порций) груш или шприцев и концентрации CO_2 в атмосферном воздухе (0,04%) и в конкретном исследуемом помещении, где определяется

концентрация CO_2. Например, в помещении израсходовано 10 объемов груш, или шприцев, на улице – 50 объемов. Отсюда, концентрация CO_2 в помещении = (0,04 х 50) : 10 = 0,2%.

4. Определение подвижной серы по методу ЦИНАО

Сущность метода заключается в извлечении подвижной серы из почвы раствором хлористого калия, осаждении сульфатов хлористым барием и последующем турбидиметрическом определении их в виде сульфата бария по оптической плотности взвеси. В качестве стабилизатора взвеси используется растворимый крахмал.

Средства измерений, вспомогательное оборудование, реактивы, посуда

Фотоэлектроколориметр.

Баня водяная.

Весы аналитические.

Весы технохимические лабораторные.

Плитка электрическая.

Пипетки 2, 5, 10, 25 мл.

Стаканчики для взвешивания (бюксы).

Колбы мерные на 250 мл и 1000 мл.

Цилиндры на 100 мл, на 1000 мл.

Воронки лабораторные.

Стаканы химические на 1000 $см^3$.

Пробирки стеклянные вместимостью 50 $см^3$.

Кислота соляная, х.ч., раствор с(НС1) = 1 моль/$дм^3$.

Калий хлористый х.ч., раствор с(КС1) = 1 моль/$дм^3$.

Натрия гидроокись, х.ч , или ч.д.а., раствор массовой концентрации 5 г/$дм^3$;
Натрий сернокислый безводный, х.ч.;
Барий хлористый 2-водный, х.ч. или ч.д.а.;
Крахмал растворимый;
Соль динатриевая этилендиамин-N, N, N’,N’-тетрауксусной кислоты 2-водная (трилон Б), х. ч. или ч.д.а.;
Вода дистиллированная;
Бумага фильтровальная.

I.ПОДГОТОВКА К АНАЛИЗУ

1.1. Приготовление осаждающего раствора

20 г двуводного хлористого бария, взвешенного с погрешностью не более 0, 1 г, помещают в стакан из термостойкого стекла вместимостью 1000 $см^3$, приливают примерно 800 $см^3$ дистиллпрованной воды и 60 $см^3$ раствора соляной кислоты концентрации1 моль/$дм^3$. Стакан помещают на кипящую водяную баню. В горячий раствор добавляют 5 г растворимого крахмала, взвешенного с погрешностью не более 0,1 г и предварительно разведенного небольшим количеством дистиллированной воды. Смесь нагревают на водяной бане при непрерывном помешивании до получения прозрачного раствора.

Затем раствор охлаждают, переносят в мерную колбу вместимостью 1000 $см^3$, доводят дистиллированной водой объем раствора до метки и тщательно перемешивают.

Раствор хранят в склянке с притертой пробкой в холодильнике не более недели. Перед использованием раствор фильтруют через бумажный фильтр.

1.2. Приготовление раствора серы массовой концентрации 0,1 мг/$см^3$

0,443 г сернокислого натрия, высушенного до постоянной массы при температуре 100-105 °С, взвешивают с погрешностью не более 0,001 г, помещают в мерную колбу

вместимостью 1000 см^3, растворяют в растворе хлористого калия концентрации 1 моль/дм^3, доводят объем раствора до метки, и тщательно перемешивают.

Раствор хранят в склянке с притертой пробкой в холодильнике не более 3 мес.

1.3. Приготовление растворов сравнения

В мерные колбы вместимостью 250 см^3 помещают указанные в таблице объемы раствора, приготовленного по п. .2. Объемы растворов доводят до метки раствором хлористого калия концентрации 1 моль/дм^3 и тщательно перемешивают.

Характеристика раствора	Номер раствора сравнения							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Объем раствора, приготовленного по п. 1.2 , см^3	0	2	4	8	12	16	20	24
Концентрация серы в растворе сравнения, мг/дм^3	0	0,8	1,6	3,2	4,8	6,4	8,0	9,6
Концентрация серы в пересчете на массовую долю серы в почве, млн$^{-1}$	0	2	4	8	12	16	20	24

Растворы хранят в склянках с притертыми пробками не более 1 мес.

Растворы сравнения используют для градуировки фотоэлектроколориметра в день проведения анализа.

. Приготовление моющего раствора

5 г трилона Б, взвешенного с погрешностью не более 0,1 г, растворяют в 1000 см^3 раствора гидроокиси натрия массовой концентрации 5 г/дм^3.

II. ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА

Приготовление вытяжки из почвы

Для анализа используют фильтраты, приготовленных по ГОСТ 26483-85.

2.2. Определение серы

В пробирки отбирают по 15 см^3 фильтратов и растворов сравнения. К пробам приливают по 15 см^3 осаждающего раствора и тщательно перемешивают.

Взвеси не ранее чем через 10 мин после прибавления осаждающего раствора фотометрируют в кювете с толщиной просвечиваемого слоя 5 см относительно раствора сравнения №1 при длине волны 520 нм или используя светофильтр с максимумом пропускания в области 500-540 нм. Перед помещением в кювету фотоэлектроколориметра взвесь необходимо перемешать. Взвесь оптически устойчива в течение 7 ч.

Допускается пропорциональное изменение объемов проб анализируемых вытяжек, растворов сравнения и осаждающего раствора при погрешности дозирования не более 1 % .

Кюветы фотоэлектроколориметра и пробирки после работы помещают в моющий раствор на 1 ч.

III. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

По результатам фотометрирования растворов сравнения строят градуировочный график. По оси абсцисс откладывают концентрации серы в растворах сравнения в пересчете на массовую долю в почве (млн$^{-1}$) , а по оси ординат - соответствующие им показания фотоэлектроколориметра.

Массовую долю серы в анализируемой почве определяют непосредственно по градуировочному графику и **вычитают из него результат холостого опыта**.

Если результат анализа выходит за пределы градуировочного графика, определение повторяют, предварительно разбавив фильтрат раствором хлористого калия концентрации

1 моль/дм^3. Результат, найденный по графику, увеличивают во столько раз, во сколько был разбавлен фильтрат.

При проведении массовых анализов вместо построения градуировочного графика допускается градуирование шкалы прибора по растворам сравнения в день проведения анализа.

За результат анализа принимают значение единичного определения серы

Результаты анализа выражают в миллионных долях с округлением до первого десятичного знака.

6. Определение подвижных соединений фосфора по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО

Сущность метода. Метод основан на извлечении подвижных соединений фосфора из почвы раствором соляной кислоты (экстрагирующим раствором) молярной концентрацией 0,2 моль/дм^3 и последующем количественном определении подвижных соединений фосфора на фотоэлектроколориметре.

Средства измерений, вспомогательное оборудование, реактивы, посуда

Фотоэлектроколориметр.
Емкости технологические вместимостью не менее 100 см$^{3.}$
Колбы конические на 100 и 250 см^3.
Весы аналитические.

Весы технохимические лабораторные.
Пипетки 2 мл.

Стаканчики для взвешивания (бюксы).

Колбы мерные на 250 мл, 500 мл и 1000 мл.

Колбы конические для титрования на 250 мл.

Бюретки на 25 мл.

Цилиндры на 50 мл.

Воронки лабораторные.

Стаканы химические на 1000 см^3.
Аммоний молибденовокислый 4-водный [аммония молибдат 4-водный], ч.д.а.
Кислота аскорбиновая (гамма-лактон 2,3-дегидрогулоновой кислоты), ч.д.а.
Калий сурьмяновиннокислый 0,5-водный [калия антимонилтартрат 0,5-водный], ч.д.а.
Калий фосфорнокислый однозамещенный (калия дигидрофосфат), ч.д.а.
Натрия гидроксид, ч.д.а.
Натрия гидроксид, титрованный раствор, молярной концентрацией 0,1 моль/дм^3.
Кислота серная массовой долей основного вещества 93,6%-95,6%, ч.д.а.
Кислота серная молярной концентрацией 5 моль/дм^3, ч.д.а.
Кислота соляная массовой долей основного вещества не менее 35%, ч.д.а.
Фенолфталеин.
Спирт этиловый ректификованный (этанол) объемной долей основного вещества не менее 96%.
Вода дистиллированная.
Бумага фильтровальная.
Государственные стандартные образцы водных растворов фосфат ионов массовой концентрацией 0,1; 0,5 и 1,0 г/дм^3 с относительной погрешностью аттестованного значения ±1%.
Термометр лабораторный.

Отбор анализируемой пробы

Анализируемую пробу отбирают ложкой или шпателем из предварительно перемешанной на всю глубину лабораторной пробы, хранившейся в коробке.

Лабораторную пробу, хранившуюся в пакете, высыпают на ровную поверхность, на кальку, перемешивают, распределяют слоем не более 1 см и отбирают анализируемую пробу не менее чем из пяти мест.

Масса анализируемой пробы составляет (10,0±0,1) г для минеральных горизонтов почв, (1,0±0,1) г - для оторфованных горизонтов почв.

I. ПОДГОТОВКА К АНАЛИЗУ

1.1. Приготовление 1 дм³ экстрагирующего раствора соляной кислоты молярной концентрации 0,2 моль/дм³

Для приготовления 1 дм^3 раствора 16 см^3 соляной кислоты постепенно, при помешивании, вливают в химический стакан с дистиллированной водой (~500 см^3). Перемешанный раствор переливают в мерную колбу на 1 дм^3 и доводят до метки дистиллированной водой, дополнительно перемешивают.

Концентрацию экстрагирующего раствора проверяют титрованием, для чего 5 см^3 приготовленного раствора помещают в коническую колбу емкостью 250 см^3, приливают 50 см^3 дистиллированной воды и 2 капли фенолфталеина и оттитровывают раствором натрия гидроксида концентрацией 0,1 моль/дм^3 до появления слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.

Концентрацию раствора соляной кислоты *x*, моль/дм^3, вычисляют по формуле

$$x = \frac{c \cdot V}{V_1},$$

где с - молярная концентрация раствора гидроокиси натрия, моль/дм^3;
V - объем раствора гидроокиси натрия, израсходованный на титрование, см^3;
V_1 - объем раствора соляной кислоты, взятой для титрования, 5 см^3.

1.2. Приготовление окрашивающего реактива

Приготовление реактива А .(6,0±0,1) г молибденовокислого аммония растворяют в 200 см^3 дистиллированной воды, (0,15±0,01) г сурьмяновиннокислого калия растворяют соответственно в 100 см^3 дистиллированной воды. Оба раствора готовят при слабом нагревании до полного растворения и объединяют. Охлажденный раствор приливают к 500 см^3 раствора серной кислоты 5 моль/дм^3, тщательно перемешивают, доводят объем в мерной колбе дистиллированной водой до 1 дм^3 и снова перемешивают.

Раствор хранят в темной плотно закрытой посуде в защищенном от света месте - 1 мес.

Приготовление реактива Б. (1,00±0,01) г аскорбиновой кислоты растворяют в 170 см^3 реактива А, доводят объем раствора в мерной колбе дистиллированной водой до 1 дм^3 и тщательно перемешивают.

Раствор готовят в день проведения анализа и используют для окрашивания почвенных вытяжек и градуировочных растворов.

1.3 Приготовление растворов массовой концентрацией фосфора 1 г/дм³

(1,918±0,001) г однозамещенного фосфорнокислого калия по 6.20 и (2,113±0,001) г хлористого калия по 6.21 помещают в мерную колбу вместимостью 1 дм и растворяют в экстрагирующем растворе по 8.1, доводят объем до метки экстрагирующим раствором, тщательно перемешивают.

Срок хранения раствора - 1 мес.

1.4 Приготовление градуировочных растворов

Градуировку фотоэлектроколориметра проводят в день проведения анализов.

Для градуировки используют стандартные образцы растворов. Шкалы градуировочных растворов готовят разбавлением исходных стандартных растворов в соответствии с инструкцией к паспорту государственных стандартных образцов.

При отсутствии стандартных образцов допускается приготовление растворов для градуировки фотоэлектроколориметра и пламенного фотометра из особо чистых солей фосфора и калия по следующей методике.

В мерные колбы вместимостью 500 см^3 помещают указанные в таблице 1 объемы раствора, приготовленного по 1.3. Объемы доводят до метки экстрагирующим раствором и тщательно перемешивают.

Срок хранения - 1 мес.

Градуировочный график может быть построен вручную на миллиметровой бумаге или с использованием компьютера с распечаткой результатов анализа.

Таблица - 1

Характеристика раствора	Номер градуировочного раствора							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Объем раствора, приготовленного по 1.3, см^3	0	2,5	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0
Массовая концентрация P_2O_5 в растворе, мг/дм^3	0	5,0	10,0	15,0	20,0	30,0	40,0	50,0
В пересчете на массовую долю P_2O_5 в почве (для минеральных горизонтов), млн$^{-1}$	0	25	25	25	25	25	25	25

II. ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА

2.1 Приготовление вытяжки из почвы

Приготовление вытяжки из проб минеральных горизонтов почв

Анализируемые пробы почвы массой (10,0±0,1) г помещают в технологические емкости. К пробам приливают по 50 см^3 экстрагирующего раствора. Температура экстрагирующего раствора должна быть в пределах (18±3)°С [контролируется термометром) в день использования экстрагирующего раствора].

Почву с раствором перемешивают на мешалке в течение 1 мин и оставляют для отстаивания на 15 мин. Затем кассеты с суспензиями встряхивают вручную и фильтруют через бумажные фильтры.

Приготовление вытяжки из торфяных и органических горизонтов почв

Анализируемые пробы оторфованной почвы массой (1,0±0,1) г помещают в конические колбы или технологические емкости. К пробам приливают по 50 см^3 экстрагирующего раствора. Почву с экстрагирующим раствором перемешивают на взбалтывателе в течение 15 мин. Затем суспензии фильтруют через бумажные фильтры.

2.2 Определение соединений фосфора

Отбирают по 2 см^3 градуировочных растворов, фильтратов вытяжек в технологические емкости и прибавляют по 38 см^3 реактива Б. Окрашенные растворы фотометрируют не ранее чем через 10 мин после прибавления реактива Б. Фотометрирование проводят в кювете с базой просвечиваемого слоя 0,5-1,0 см относительно холостого раствора (таблица 1), при длине волны 710 нм или используя красный светофильтр с максимумом пропускания в области 600-750 нм.

III. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Массовые доли соединений фосфора в анализируемой пробе почвы определяют по градуировочному графику.

Анализ пробы почвы проводят без повторностей.

7. Определение содержания нитратов колориметрическим методом (по Х.Н. Починку) в растениях

Нитраты, особенно нитриты, токсичны для животных и человека после превышения определенных пределов. Предельно допустимая суточная доза нитратов для человека 360 мг.

Сущность метода. Метод основан на восстановлении нитратов в нитриты цинком в слабокислой среде при pH 5,6. Нитриты определяют по интенсивности розово-красной окраски, полученной смодифицированным реактивом Грисса.

Средства измерений, вспомогательное оборудование, реактивы, посуда

Фотоэлектроколориметр.
Химический стакан на 100-150 мл.
Пробирки на 10 см^3.
Ступка с пестиком.
Весы аналитические.

Весы технохимические лабораторные.
Пипетки 2 мл, 5 мл.

Стаканчики для взвешивания (бюксы).

Колбы мерные на 25 мл, 100 мл, 250 мл и 500 мл.

Цилиндры на 50 мл.

Воронки лабораторные.

Обеззоленные фильтры (синяя лента).

Вода дистиллированная.
Реактив Грисса.
Кислота уксусная массовой долей основного вещества 1%, ч.д.а.
Ацетат натрия молярной концентрации 0,8 моль/л, ч.д.а.
Цинковая пыль, ч.д.а.
Нитрат калия, ч.д.а.

I. ПОДГОТОВКА К АНАЛИЗУ

1.1. Приготовление модифицированного реактива Грисса

Растворяют в стакане 0,1 г α-нафтиламина при нагреве с 50 см^3 перегнанной дистиллированной воды, жирные фиолетовые капли удаляют полосками фильтровальной бумаги, затем добавляют 0,25 г сульфаниловой кислоты и после полного растворения помещают в мерную колбу на 100 см^3, приливают 50 см^3 ледяной уксусной кислоты и доводят объем до метки.

1.2. Приготовление 0,8 моль/л раствора ацетата натрия

В мерной колбе на 250 см^3 растворяют 27,2 г соли $CH_3COONa \cdot 3H_2O$.

1.3 Приготовление стандартного раствора нитрата калия

В мерной колбе на 500 см^3 растворяют перегнанной водой 0,1806 г нитрата калия. Из этого объема берут 5 см^3 и разводят 1%-ным раствором уксусной кислоты в мерной колбе на 100 см^3. В 1 см^3 этого раствора содержится 2,5 мкг азота.

II. ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА

2.1 Излечение

Отвешивают 500 мг сухого материала и растирают в ступке с 5-10 см^3 раствора 1%-й уксусной кислотой. Растертую массу переносят в мерную колбу на 25 см^3, смывают ступку и объем в колбе доводят до метки 1%-ным раствором уксусной кислоты. Затем вытяжки перемешивают и фильтруют через обеззоленный фильтр.

2.2 Восстановление нитратов

В сухую пробирку отливают 4 см^3 этой вытяжки и 4 см^3 0,8М раствора ацетата натрия, после перемешивания добавляют 10 мг цинковой пыли (при помощи мерки) и

взбалтывают пробирку 10 минут (при двух взбалтываниях в минуту), затем раствор фильтруют через обеззоленный фильтр.

2.3 Проведение реакции

Из полученного фильтрата берут в сухую пробирку 4 см^3 и прибавляют 1 см^3 реактива на тириты, перемешивают жидкости и через 10 мин фотометрируют на фотоколориметре при 540 нм в кювете с рабочей длиной 10 мм. Для сравнения используют остаток фильтрата (после восстановления).

Количество нитратов в пробе находят по калибровочной кривой. Для построения кривой отбирают 7 сухих пробирок и приливают последовательно 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2,4; 3,2; 4,0 см^3 стандартного раствора, содержащего в 1 см^3 2,5 мкг азота, объем доводят до 4,0 см^3 1%-й уксусной кислотой, затем в каждую пробирку приливают по 4 см^3 0,8М раствора ацетата натрия и после перемешивания добавляют по 10 мг цинковой пыли. В дальнейшем проводят те же процедуры, что и с опытными грибами. Для сравнения оптической плотности используются перегнанная вода. На оси абцисс откладывают концентрацию азота (мкг/см^3), на оси ординат – оптическую плотность.

III. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Вычисление содержания нитратного азота (мг 100 г образца) проводят по формуле

$$x = \frac{0{,}1 \cdot a \cdot V \cdot V_1}{V_2 \cdot m \cdot 4},$$

где a – количество нитратов, по калибровочной кривой, мкг/см^3;
V – общий объем вытяжки, см^3;
V_1 – объем раствора, взятого для фотометрирования, см^3;
V_2 – объем вытяжки, взятой для восстановления нитратов, см^3;
V_3 – объем вытяжки после восстановления нитратов, см^3;
m – навеска, г;
0,1 – величина для перевода микрограммов в миллиграммы и пересчета на 100 г вещества.

6 ДИДАКТИЧЕСКЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
ПК-5, УК - 2	Тест	Низкий (неудовлетворительно)	количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
		Пороговый (удовлетворительно)	количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %
		Базовый (хорошо)	количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %
		Высокий (отлично)	количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %
	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике

			безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты

6.2 ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

Критерии оценивания устного ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

1. Вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок;
2. Показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;
3. Продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков.
4. Допускаются незначительные ошибки.

Оценка «не зачтено» выставляется, если:

1. Не раскрыто основное содержание учебного материала;
2. Обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
3. Допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;
4. Не сформированы компетенции, умения и навыки.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

Рекомендуемый перечень вопросов к зачету

1. Классификация вод. Основные аналитические проблемы.
2. Пробоотбор и хранение проб.
3. Определение обобщенных физических и химических показателей, определяющих качество воды: прозрачности, мутности, цветности, водородного показателя, окислительновосстановительного потенциала, щелочности, растворенного кислорода, окисляемости, химического и биохимического потребления кислорода (ХПК и БПК).
4. Биотестирование как способ оценки качества вод.
5. Определение индивидуальных неорганических компонентов вод: хлоридов, фторидов, нитритов, нитратов, фосфатов, серосодержащих анионов, ионов аммония, щелочных и щелочноземельных металлов.
6. Определение жесткости воды.
7. Определение свободного хлора.
8. Формы существования тяжелых металлов и радионуклидов в водах. Определение тяжелых металлов и радионуклидов.
9. Природные органические вещества вод. Общая оценка содержания органических веществ: определение органического углерода, азота, фосфора. Основные классы загрязняющих органических веществ: поверхностно-активные вещества, фенолы, нефтепродукты, полиароматические углеводороды, азот-, серо- и фосфорсодержащие пестициды, хлорорганические соединения (хлорсодержащие пестициды, полихлорированные бифенилы, полихлордибензофураны, полихлорди-бензо-п-диоксины). Источники попадания, устойчивость в окружающей среде, токсичность, методы извлечения, концентрирования, разделения и определения.
10. Основные проблемы анализа городского воздуха, воздуха рабочей зоны, промышленных и транспортных выбросов.
11. Способы и методы отбора проб воздуха.

12. Химический состав воздуха.
13. Определение неорганических компонентов воздуха природного и техногенного происхождения: озона, оксидов углерода, азота, серы, аммиака, сероводорода.
14. Определение органических соединений: алифатических и ароматических углеводородов, карбонильных и хлорорганических соединений, фенолов, спиртов, эфиров, металлоорганических соединений, меркаптанов, алифатических аминов.
15. Анализ газовых выбросов автотранспорта.
16. Аэрозоли: образование в атмосфере, роль в переносе нелетучих загрязняющих веществ, особенности пробоотбора и анализа.
17. Автоматизация анализа воздуха. Основные типы газоанализаторов. Дистанционные методы анализа.
18. Особенности почвы как объекта окружающей среды. Пробоотбор.
19. Химический состав почв. Гумусовые вещества: строение, реакционная способность, функции в окружающей среде.
20. Определение обобщенных показателей: емкости катионного обмена, кислотности, окислительно-восстановительного потенциала, содержания легкорастворимых солей, биологической активности.
21. Определение неорганических компонентов. Элементный и молекулярный анализ. Пробоподготовка.
22. Анализ водной вытяжки на содержание нитратов, нитритов, хлоридов, сульфатов, щелочных и щелочно-земельных металлов.
23. Определение тяжелых металлов: валового содержания и подвижных форм.
24. Определение органических компонентов. Элементный анализ: определение органического углерода и органического азота.
25. Определение токсичных веществ: пестицидов, нефтепродуктов, полиароматических углеводородов, хлорорганических соединений.
26. Методы извлечения и концентрирования загрязняющих органических веществ.
27. Химические вещества пищи: собственные минеральные и органические вещества, пищевые добавки, чужеродные вещества. Методы их извлечения, концентрирования, разделения.
28. Определение компонентов, определяющих пищевую ценность продукта: белков, жиров, углеводов, витаминов, аминокислот и других органических кислот.
29. Оценка безопасности пищевых продуктов: определение токсичных металлов (ртути, мышьяка, свинца, кадмия, олова, меди и др.), нитратов, нитритов, пестицидов, антибиотиков, консервантов, пищевых добавок, нитрозоаминов, микотоксинов и др. Требования к отбору, транспортировка и хранение биомасс.
30. Анализ биологических материалов на содержание лекарственных препаратов, токсичных и одурманивающих веществ. Способы извлечения и концентрирования токсикантов. Тест-методы.
31. Выбор схемы анализа, определяемой природой объекта.
32. Рудные полезные ископаемые: железные, титаномагнититовые и марганцевые руды.
33. Способы разложения в зависимости от содержания железа и кремния.
34. Определение железа, алюминия, марганца, примесей титана, ванадия, никеля, меди, хрома.
35. Определение компонентов вмещающей породы.

36. Полиметаллические руды. Схемы анализа при определении основных компонентов (меди, цинка, железа, свинца, кадмия) и микропримесей (серы, мышьяка и марганца).
37. Особенности анализа руд хрома, никеля, кобальта, ртути, олова и сурьмы.
38. Способы отделения хрома, ртути, олова и сурьмы при определении микрокомпонентов в рудах.
39. Анализ геологических материалов, содержащих редкоземельные элементы. Способы выделения, концентрирования и определения РЗЭ.
40. Анализ нерудных полезных ископаемых: силикатных и карбонатных пород. Определение характера породы и основных компонентов: SiO_2, $A1_2O_3$, Fe_2O_3, FeO, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, P_2O_5, MnO, различных форм воды.
41. Силикатный анализ.
42. Физические и физико-химические методы анализа пород.

6.3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА Для проверки уровня сформированности компетенций, ПК-5, УК-2

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	Задание задания	Вес задания (балл)	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильности ответа)
задания закрытого типа с выбором одного правильного (1 из 4)	1, 2, 3	1 балл	1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи
задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа по схеме: «верно»/ «неверно»	4, 5	1 балл	1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи
задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (3 из 6)	6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания закрытого типа на установление соответствия (4 на 4)	8, 9	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задание закрытого типа на установление последовательности	10, 11	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания открытого типа с кратким ответом	12, 13	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи.
задания открытого типа с развернутым ответом	14, 15	5 баллов	5 б – полное правильное соответствие; если допущена одна ошибка/неточность / ответ правильный, но не полный - 3 балла;

			если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует – 0 баллов

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ПК-5. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения под руководством специалистов более высокой квалификации, индикаторами достижения которой является	•ПК-5.1. Выбирает методы и средства контроля качества, сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения на соответствие требуемой нормативной документации. •ПК-5.2. Выполняет стандартные операции на типовом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства. •ПК-5.3. Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме. • ПК-5.4. Осуществляет контроль точности аналитического оборудования на соответствие требуемой нормативной документации.

Задание1 Какой из перечисленных документов является основным для выбора метода контроля качества готовой химической продукции?

1) Техническое задание на разработку продукции.
2) Технологический регламент производства.
3) Государственный стандарт (ГОСТ) или Технические условия (ТУ) на данную продукцию.
4) Паспорт безопасности вещества (MSDS).

Ответ: 3

Задание2. Какова главная цель проведения контроля точности аналитического оборудования (например, весов, pH-метров)?

1) Подтверждение его работоспособности и соответствия требованиям методики измерений.
2) Увеличение срока службы оборудования.
3) Подготовка оборудования к списанию.
4) Снижение энергопотребления при работе.

Ответ: 1

Задание 3. Какой раздел протокола испытаний обязательно должен содержать информацию о методе анализа и использованном оборудовании?

1) Заключение.
2) Методика выполнения измерений.
3) Реквизиты заказчика.
4) Приложения.

Ответ: 2

Задание 4. Стандартным операциям на типовом оборудовании относится только сложный хроматографический анализ, но не взвешивание или титрование.

1) Верно
2) Неверно

Ответ: 2

Задание 5. Если срок поверки аналитических весов истек, но они показывают стабильные значения, их можно использовать для контроля сырья до следующей плановой поверки.

1) Верно

2) Неверно

Ответ: 2

Задание 6. Специалист выбирает метод контроля содержания основного вещества в жидком реактиве. Какие три фактора он обязан учесть в соответствии с нормативной документацией?

1) Стоимость реактивов для анализа.
2) Приемлемую погрешность метода, указанную в стандарте на продукцию.
3) Доступность конкретного оборудования в лаборатории.
4) Квалификацию и опыт сотрудников.
5) Время, необходимое для выполнения анализа.
6) Предел обнаружения и диапазон измерений метода, соответствующие норме в ТУ.

Ответ: 2, 3, 6

Задание 7. Какие три элемента являются обязательными для включения в отчет о выполненной работе по анализу партии сырья по заданной форме?

1) Дата проведения анализа и подпись исполнителя.
2) Наименование и реквизиты поставщика сырья.
3) Результаты измерений с указанием единиц и погрешности.
4) Рекомендации по улучшению качества сырья.
5) Ссылка на использованную методику (ГОСТ, ВНД).
6) Заключение о соответствии/несоответствии установленным нормам.

Ответ: 1, 3, 5

Задание 8. Установите соответствие между типом оборудования и стандартной операцией по контролю его точности.

Тип оборудования	**Стандартная операция контроля**
А) Аналитические весы	1) Определение водного числа
Б) Титратор (для титрования)	2) Взвешивание эталонных гирь
В) Сушильный шкаф	3) Измерение pH буферных растворов
Г) pH-метр	4) Контроль температуры по термопаре/термометру |
	5) Титрование стандартного раствора

Ответ: А-2, Б-5, В-4, Г-3

Задание 9. Установите соответствие между этапом контроля качества и основным документом/действием, его регламентирующим.

Этап контроля качества	Документ/Действие
А) Выбор метода анализа для сырья	1) Ведение лабораторного журнала
Б) Выполнение измерений	2) Паспорт на оборудование
В) Оформление результатов	3) ГОСТ или ТУ на конкретное сырье
Г) Проверка пригодности оборудования	4) Протокол испытаний установленной формы
	5) Рабочая инструкция или методика (МВИ)

Ответ: А-3, Б-5, В-4, Г-2

Задание 10. Расположите действия специалиста в правильной логической последовательности при получении пробы сырья для входного контроля.

1) Провести анализ согласно выбранной методике.
2) Зафиксировать результаты в протоколе испытаний и сделать вывод о соответствии.
3) Проверить сроки поверки и работоспособность необходимого оборудования.
4) Ознакомиться с ТУ или ГОСТ на данное сырье и выбрать метод контроля.
5) Зарегистрировать пробу в журнале и подготовить ее к анализу (гомогенизация, разбавление и т.д.).

Ответ: 4 → 3 → 5 → 1 → 2

Задание 11. Расположите действия специалиста в правильной логической последовательности при подготовке и проведении анализа почвы на содержание тяжёлых металлов.

1) Провести количественный анализ подготовленной пробы на атомно-абсорбционном спектрометре.

2) Оформить протокол испытаний с результатами и заключением о классе опасности почвы.

3) Провести верификацию спектрометра с использованием стандартных образцов состава.

4) Ознакомиться с методикой (например, ГОСТ Р 50683-94) и требованиями к отбору, подготовке проб и допустимым концентрациям.

5) Провести пробоподготовку: высушивание, измельчение, просеивание и кислотное разложение навески почвы.

Ответ: 4 → 3 → 5 → 1 → 2

Задание 12. Какой прибор подходит для лабораторного измерения плотности серной кислоты?

Ответ: ареометр

Задание 13. Проба вещества (материала) объекта аналитического контроля, аналогичная аналитической пробе, но не содержащая аналита называется…

Ответ: холостая проба

Задание 14 (3 балла). Специалист проводит титрование для определения кислотности продукта по ГОСТ 12345. После расчета он получает значение 4.85%. Согласно ГОСТ, норма: не менее 5.0%. Погрешность метода, указанная в этом ГОСТ, составляет ±0.2%. Можно ли на основании одного результата сделать вывод о несоответствии продукции? Ответ обоснуйте расчетом.

Ответ: нет, нельзя. С учетом погрешности результат находится в диапазоне: 4.85% ± 0.2% = от 4.65% до 5.05%. Верхняя граница диапазона (5.05%) превышает норму (5.0%). Необходимы повторные измерения для статистически достоверного вывода.

Задание 15. Назовите три основных реквизита, которые должны быть указаны в заголовочной части протокола испытаний химической продукции.

Ответ: Наименование продукции, дата проведения испытаний, номер протокола, наименование лаборатории, основание для проведения испытаний. (Достаточно любых трех стандартных реквизитов.)

Формируемая компетенция	**Индикаторы сформированности компетенции**
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, индикаторами достижения которой является:	УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними. • УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта. • УК-2.3. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм. • УК-2.4 Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с

	запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректирует способы решения задач. УК-2.5. Представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования

Задание1. Целью проекта является оценка сезонного загрязнения водоема нитратами. Какой из следующих перечней задач НАИБОЛЕЕ точно соответствует этой цели и логически связан?

1) а) Взять одну пробу воды в июне; б) Провести анализ на нитраты; в) Оформить отчет.

2) а) Определить точки отбора проб с учетом течений и источников загрязнения; б) Провести отбор проб в разные сезоны года; в) Провести химический анализ проб на содержание нитратов; г) Сравнить полученные данные с ПДК и между собой.

3) а) Изучить литературу по методам анализа нитратов; б) Купить необходимое оборудование; в) Провести анализ всех проб за один день.

4) а) Провести анализ воды на все возможные загрязнители; б) Построить графики; в) Сделать вывод о чистоте водоема.

Ответ: 2

Задание 2. При планировании мониторинга атмосферного воздуха на содержание SO2 вы предлагаете использовать метод с меньшей точностью, но высокой скоростью и мобильностью для экспресс-оценки. Какой критерий является ОСНОВНЫМ для оценки этого способа в рамках цели проекта?

1) Стоимость оборудования.

2) Соответствие цели быстрого картографирования зон загрязнения.

3) Сложность освоения метода лаборантом.

4) Наличие методики в аттестованном виде.

Ответ: 2

Задание 3. Вы планируете выполнить задачу по определению тяжелых металлов в почве силами своей лабораторной группы. Какое из перечисленных условий является ВНУТРЕННИМ ограничением, которое необходимо учесть в первую очередь при планировании?

1) Действующие СанПиН на содержание металлов в почве.

2) Наличие в лаборатории только атомно-абсорбционного спектрометра, в то время как для некоторых металлов необходим масс-спектрометр.

3) Сроки сдачи отчета заказчику.

4) Погодные условия для отбора проб.

Ответ: 2

Задание 4. Утверждение: «Если целью является "Определение эффективности работы нового фильтра на выбросах ТЭЦ", то задача "Провести социологический опрос жителей близлежащих домов" является напрямую вытекающей и обязательной для этой цели».

1) Верно.

2) Неверно.

Ответ: 2

Задание 5. Утверждение: «Если в процессе выполнения анализа проб на нефтепродукты калибровочный график показал неприемлемо низкий коэффициент корреляции ($R^2 < 0.98$), корректным действием в зоне своей ответственности будет проигнорировать это и использовать график от прошлого месяца для расчетов, чтобы уложиться в срок».

1) Верно.

2) Неверно.

Ответ: 2

Задание 6. Цель: «Разработать программу экоаналитического контроля территории бывшего химзавода». Какие из предложенных способов решения задач будут соответствовать этой цели? (Выберите ТРИ варианта)

1) Предложить провести только визуальный осмотр территории.
2) На основе исторических данных выделить приоритетные загрязнители (например, хлорорганические соединения, тяжелые металлы).
3) Предложить использовать стандартизованные методы анализа (ГОСТ, ПНД Ф) для обеспечения достоверности и юридической значимости результатов.
4) Рекомендовать анализировать только состав атмосферного воздуха.
5) Предложить схему опробования, включающую почву, грунтовые и поверхностные воды.
6) Ожидать, что все необходимое оборудование будет разработано в рамках этого же проекта.

Ответ: 2,3,6

Задание 7. При планировании реализации задачи «Провести квартальный мониторинг качества речной воды по 10 показателям» необходимо учесть ресурсы и ограничения. Какие ТРИ пункта из списка являются КЛЮЧЕВЫМИ для реалистичного планирования?

1) Трудоемкость каждого анализа в человеко-часах.
2) Любимый цвет покраски стен в лаборатории.
3) Наличие реактивов, стандартных образцов и расходных материалов.
4) График работы смежного отдела.
5) Пропускная способность и загруженность аналитического оборудования (ХПК, ВЭЖХ, ААС).
6) Личные планы руководителя на отпуск.

Ответ: 1,3,6

Задание 8. Установите соответствие между выявленной проблемой при выполнении задачи и адекватной корректирующей мерой.

Выявленная проблема в ходе выполнения задачи	Корректирующая мера
1. Отобранные пробы снега для оценки атмосферных выпадений растаяли из-за сбоя в холодильнике.	А. Внести в протокол комментарий об условиях хранения и интерпретировать результаты с учетом возможного изменения концентраций
2. Полученные значения ХПК оказались систематически ниже фоновых, что противоречит другим данным.	Б. Проверить правильность приготовления титранта, калибровку прибора, повторить анализ с контрольной пробой
3. Полевой экспресс-тест показал превышение ПДК по свинцу, но лабораторное подтверждение займет 2 недели.	В. Немедленно проинформировать заказчика о предварительных данных, указав на предварительный характер метода
4. Сроки отбора проб сдвинулись из-за поломки пробоотборника	Г. Оперативно арендовать или заменить оборудование, пересмотреть календарный график на последующие этапы

Ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г

Задание 9. Установите соответствие между формой представления результатов проекта и ее целевым назначением.

Форма представления результатов	Целевое назначение (предложение по использованию)
1. Научно-технический отчет с полными протоколами анализов, статистической обработкой, оценкой погрешности.	А. Для передачи в надзорные органы (Роспотребнадзор, Росприроднадзор) как доказательный документ
2. Интерактивная карта-схема с цветовой кодировкой уровней загрязнения.	Б. Для визуального и понятного информирования общественности или неспециалистов (администрация, жители).
3. Статья в рецензируемом научном журнале.	В. Для обмена новыми знаниями в научном сообществе, анализа долгосрочных тенденций
4. Рекомендации по доочистке грунтовых вод с технико-экономическим обоснованием	Г. Для практического применения с целью ликвидации выявленного загрязнения

Ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г

Задание 10. Восстановите логическую последовательность этапов планирования проекта для цели «Оценить эффективность системы очистки сточных вод предприятия за I квартал». Начните с постановки задачи.
1) Составить график отбора проб на входе и выходе очистных сооружений три раза в месяц.
2) Определить перечень контролируемых показателей, соответствующих специфике стоков предприятия (например, БПК, ХПК, взвешенные вещества, специфические загрязнители).
3) Сформулировать задачу: «Получить и сравнить данные о составе сточных вод до и после очистки за январь-март».
4) Рассчитать необходимое количество реактивов и подготовить план-заявку на их приобретение.
5) Запланировать проведение параллельных определений для обеспечения достоверности результатов.
Ответ: 3) → 2) → 1) → 4) → 5)

Задание 11. Установите правильную последовательность действий после завершения полевого и лабораторного этапов проекта.
1) Сформулировать выводы о степени загрязнения и соответствия/несоответствия нормам.
2) Провести статистическую обработку данных (рассчитать средние, отклонения).
3) Систематизировать полученные цифровые данные в таблицы.
4) Подготовить презентацию для заказчика с ключевыми выводами и визуализацией.
5) Сравнить полученные результаты с фоновыми значениями и установленными ПДК.
Ответ: 3) → 2) → 5) → 1) → 4)

Задание 12. Цель проекта: «Разработать и апробировать методику отбора проб атмосферного воздуха для анализа летучих органических соединений (ЛОС) в городской среде». Назовите одну ключевую задачу, которая логически вытекает из этой цели.
Ответ: отбор проб

Задание 13. Вам поручено выполнить серию из 50 анализов почвы на содержание цинка методом ААС. Один анализ занимает 15 минут работы прибора. Прибор доступен 4 часа в день. Какое МИНИМАЛЬНОЕ количество рабочих дней потребуется для выполнения только инструментальной части измерений? (Ответ дайте цифрой).
Ответ: 4

Задание 14. Цель: «Оценить пригодность воды из родника для хозяйственно-питьевого использования».

Часть А: Предложите структуру краткого заключения (резюме) по итогам такого проекта для размещения на информационном щите у родника. Какая информация должна быть в нем обязательно? (3-4 пункта).

Часть Б: Какие возможности совершенствования мониторинга вы могли бы предложить по итогам выполненной работы?

Примерный ответ:

Часть А: Структура краткого заключения на информационном щите

Информация должна быть максимально доступной, наглядной и отвечающей главному вопросу жителей: «Можно ли пить эту воду?».

1. Общий вердикт и статус пригодности: Крупным шрифтом и с использованием интуитивно понятных символов (например, ☑/✕, цветовая индикация). Например: «По результатам исследований [дата] вода НЕ ПРИГОДНА для питья без кипячения» или «Вода соответствует нормам по основным показателям».
2. Ключевые проверенные параметры с результатами: В виде простой таблицы или списка с указанием норматива. Обязательно:

Микробиологические показатели (общие колиформные бактерии).

Химические показатели: нитраты, общая жесткость, возможно, железо, марганец (то, что чаще всего вызывает проблемы в родниках).

3. Рекомендации для населения: Четкие и конкретные указания на основе вердикта.

Если вода пригодна: «Рекомендуется употреблять после кипячения».

Если не пригодна: «Запрещено использовать для питья и приготовления пищи. Может быть использована для технических целей (полив, мытье)».

Важно: Указание, что состояние родника может меняться, и заключение действительно на дату отбора проб.

Часть Б: Возможности совершенствования мониторинга

По итогам первичной оценки можно предложить следующие шаги для развития системы контроля:

1. Расширение перечня контролируемых веществ: На основе анализа потенциальных источников загрязнения в округе (сельхозугодья, дороги, промышленные зоны) предложить включить в программу мониторинга специфические загрязнители (пестициды, тяжелые металлы, ПАВ).
2. Повышение частоты и репрезентативности отбора проб:

Установить регулярный отбор проб (ежеквартально или ежемесячно), особенно в периоды паводка и активного применения удобрений.

Определить критические точки для отбора (не только выход воды, но и точки выше по гипотетическому пути фильтрации).

3. Внедрение инструментов оперативного контроля: Установка простых датчиков для непрерывного мониторинга физико-химических показателей (мутность, pH, электропроводность), которые могут служить индикаторами резкого изменения состояния воды.
4. Создание публичного реестра/онлайн-мониторинга: Размещение актуальных результатов анализов на сайте муниципалитета или через QR-код на самом щите для обеспечения прозрачности и своевременного информирования.

Задание 15. Вы отвечаете за этап «Пробоподготовка почвенных проб для определения пестицидов». В процессе вы обнаруживаете, что партия используемых для экстракции химических растворителей имеет несоответствующую паспорту чистоту (по данным

ВЭЖХ-анализа), что может привести к ложным результатам. Сроки поджимают. Опишите ваши действия: а) в зоне своей ответственности; б) с привлечением руководителя проекта. Каков приоритет: сроки или достоверность результатов в данном контексте?

Ответ:

а) Действия в зоне своей ответственности:

1. Немедленная остановка работ: прекращаю использование данной партии растворителей для пробоподготовки. Изолирую её от другой химии, пометив как «брак/на проверке».

2. Документирование несоответствия: фиксирую факт в лабораторном журнале: номер партии растворителей, дата обнаружения, суть несоответствия (ссылка на протокол ВЭЖХ-анализа), номера проб, для которых этот растворитель уже был использован.

3. Оценка альтернатив: проверяю наличие другой партии чистых растворителей, пригодных для работы. Если альтернатива есть, начинаю работу с новой партией, предварительно убедившись в её качестве (проверка паспорта, при необходимости — экспресс-тест). Если альтернативы нет, готовлю четкое описание проблемы для руководителя.

б) Действия с привлечением руководителя проекта:

1. Срочное информирование: немедленно сообщаю руководителю о проблеме в устной форме, с последующим письменным отчетом (email, служебная записка). В отчете указываю:

Суть проблемы и её влияние на результаты.

Номера потенциально скомпрометированных проб.

Предложение по решению (например, повтор пробоподготовки для этих проб с чистым растворителем).

Оценка влияния на сроки.

2. Предложение плана действий: совместно с руководителем вырабатываем решение:

Идеальный вариант: закупка/использование новой партии растворителей и повторение этапа пробоподготовки для всех затронутых проб.

Вариант под контролем: если сроки критичны и переделать все невозможно, можно предложить провести выборочную повторную пробоподготовку и анализ для части проб (контрольных и наиболее важных) новым растворителем, чтобы оценить степень влияния помехи. Это должно быть санкционировано руководителем с полным пониманием рисков. Все результаты, полученные с бракованным растворителем, должны быть помечены как недостоверные.

3. Коммуникация с заказчиком: Информирование заказчика о возможном срыве сроков или необходимости перепроверки части данных — это зона ответственности руководителя. Я обеспечиваю его всей технической информацией для такого разговора.

Приоритет: достоверность результатов.

Обоснование: В контексте аналитической химии, особенно при определении следовых количеств загрязнителей (пестицидов), достоверность результатов является безусловным приоритетом. Выдача недостоверных данных из-за известного дефекта реактива — грубое нарушение профессиональной этики и, часто, законодательных требований (если работа ведётся в аккредитованной лаборатории). Это может привести к:

Принятию неверных решений заказчиком на основе ложных данных.

Юридическим и репутационным рискам для лаборатории/организации.

Необходимости полного повторения работы в будущем с ещё большими затратами.

Сроки являются важным, но вторичным фактором. Правильный путь — честно оценить задержку, сообщить о ней заказчику, предложить план по её минимизации и выполнить работу качественно. В долгосрочной перспективе репутация надёжного исполнителя, который не идёт на компромиссы в отношении качества, важнее, чем соблюдение сроков в одном конкретном проекте.

ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Контрольная работа №1
Вариант №1

Определите содержание хлоридов в выданном образце воды. Проведите обработку результатов измерений. Оформите результаты измерений в соответствие с требованиями к оформлению протоколов результатов измерений.

Контрольная работа №2
Вариант №1

Проведите контроль качества результатов анализа хлоридов при реализации методики в лаборатории:

а) оперативный контроль процедуры анализа (на основе оценки погрешности при реализации отдельно взятой контрольной процедуры);

б) контроль стабильности результатов анализа (на основе контроля стабильности среднеквадратичного отклонения внутрилабораторной прецизионности, погрешности).

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ
Правила оформления лабораторного журнала

Лабораторная работа оформляется в тетради каждым студентом самостоятельно. Указывается название работы, формулируются цель. Далее описывается ход работы, приводятся (если требуется) формулы, расчетные соотношения и результаты расчетов (экспериментов) в виде таблиц, схем, рисунков и графиков. В соответствии с ожидаемыми и полученными результатами делаются выводы об успешном (неудачном) выполнении задания, производится анализ допущенных ошибок и предлагаются варианты их устранения, а также предлагаются способы получения наиболее оптимальных результатов.

ПРОТОКОЛ АНАЛИЗА

Методика анализа_____

Объект анализа_____

Уравнение химической реакции_____

Сущность метода_____

Ход анализа _____

_____

_____

_____

Обработка результатов _____

_____

_____

Результат анализа_____

Вывод_____

ПРОТОКОЛ АНАЛИЗА

Методика анализа_____
Объект анализа_____
Уравнение химической реакции_____
Сущность метода_____

Подготовка к анализу (расчеты, связанные с приготовлением растворов):
_____
_____
_____
Результат титрования:
V_1=
V_2=
…
Обработка результатов _____

_____

_____
Результат анализа_____
Вывод_____

ПРОТОКОЛ АНАЛИЗА

Методика анализа_____
Объект анализа_____
Уравнение химической реакции_____
Сущность метода_____

Подготовка к анализу (расчеты, связанные с приготовлением растворов):
_____
_____
_____
Выбор оптимальной длины волны

λ								
A								

Заключение о выборе длины волны_____

Обработка результатов измерений_____

Результат анализа_____
Вывод_____

ПРОТОКОЛ АНАЛИЗА

Методика анализа_____
Объект анализа_____
Уравнение химической реакции_____
Сущность метода_____

Подготовка к анализу (расчеты, связанные с приготовлением растворов):
_____
_____

Построение градуировочного графика (указать определяемый компонент)

№ колбы	Объем стандартного раствора, мл	Содержание (определяемого компонента), мг (мкг)	Оптическая плотность (А)
1			
2			
3			
и т.д.			

График строится с помощью программы Microsoft Excel, распечатывается и прикладывается к протоколу. Обязательно должен быть подписан сам график, оси.

Обработка результатов измерений_____

Результат анализа_____
Вывод_____

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в сфере образования www.i-exam.ru»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;

- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий.

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкции о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все обучающиеся учатся в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

9.1 Литература

1. Кашина, В.А. Исследование качества природных вод: учебное пособие / В.А. Кашина. - Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2007. – 109 с. (30 экз)

2. Никитина, Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2022. - 394 с. - (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00427-4. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: https://urait.ru/bcode/488614

3. Харламова, М. Д. Твердые отходы: технологии утилизации, методы контроля, мониторинг : учебное пособие для вузов / М. Д. Харламова, А. И. Курбатова ; под редакцией М. Д. Харламовой. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2022. - 311 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-07047-7. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: https://urait.ru/bcode/489137

9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. Сайт о химии http://www.xumuk.ru
2. Каталог образовательных интернет-ресурсов http://www.edu.ru
3. Электронная библиотека по химии http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/
4. Портал научной электронной библиотеки http://elibrary.ru/defaultx.asp

9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник https://polpred.com/news
2. ЭБС «Юрайт» https://urait.ru

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения лабораторных занятий также используется:

Ауд. 217 «А». Лаборатория аналитической химии

- Стол лабораторный 1-мест. (8 шт.)
- Стол письменный 1-мест. (2 шт.)
- Стол преподавателя (1 шт.)
- Стул (11 шт.)
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением (1 шт.)
- Принтер «Samsung» (1 шт.)
- 8 - портовый коммутатор D-Link для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ (1 шт.)
- Мультимедийный проектор SHARP -10 X (1 шт.)
- Экспозиционный экран (навесной) (1 шт.)
- Анализатор АНИОН-7051 (1 шт.)
- Весы аналитические VIBRA HT-84RCE (2 шт.)
- Жидкостная хроматографическая система с кондуктометрическим детектированием «Джетхром» (1 шт.)
- Прибор для получения особо чистой деонизованной воды «Водолей» (1 шт.)
- Комплекс аппаратно-программный на базе хроматографа «Лристалл 2000М» (1 шт.)
- Кондуктометр «Анион 4120» (1 шт.)
- Насос вакуумный-компрессор (мини) Portlab N86 KTE (1 шт.)
- Устройство для фильтрации и дегазации растворов АНО-1566 «Phenomenex» (1 шт.)
- Центрифуга лабораторная ОПН-4 (с ротором) (1 шт.)
- Весы ВЛР-200 (аналитические) (2 шт.)
- Весы ВЛР-200Г (с гирями) (1 шт.)
- Весы ЕК-400Н (Эй энд Ди)(0,01г.) (1 шт.)
- Весы торсионные ВТ-100 (технические) (1 шт.)
- Вытяжной зонт (1 шт.)
- Иономер И130 2М.1 (1 шт.)
- Комплекс вольтамперометрический СТА (1 шт.)
- Микроскоп МБС-10 (1 шт.)
- Шкаф сушильный
- Муфельная печь (ПМ-8) (1 шт.)
- Аквадистиллятор (ДЭ-4-2М) (1 шт.)
- Комплекс пробоподготовки «Термос-экспресс» ТЭ 1 (1 шт.)
- Фотометр КФК3КМ (1 шт.)

- Пробоотборная система ПЭ-1420 (1 шт.)
- Фторопласт пробоотб. система ПЭ-1320 (1 шт.)
- Центрифуга (1 шт.)
- Эксикатор (2 шт.)
- Штатив ШЛ – 01 «ЛАБ» (7 шт.)
- Магнитная мешалка П-Э-6100 (1 шт.)
- Комплект ареометр учебный (1 шт.)
- Электроплита (1 шт.)
- Штативы для пробирок, нагревательные приборы, лабораторная посуда
- Химические реактивы по тематике лабораторных работ
- Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Химические методы контроля объектов окружающей среды»

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft office, Libreoffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.д.

Разработчик: Панова Л.П., кандидат химических наук, доцент кафедры химии.

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2025/2026 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025/2026 уч. г. на заседании кафедры химии (протокол № 6 от 26 марта 2025 г.).