* МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

К о л л е д ж СамГТУ

А.А. Амосова

**Экологический мониторинг окружающей среды**

**Организация и проведение экологического мониторинга окружающей среды**

по специальности среднего профессионального образования

20.02.01 «Экологическая безопасность природных комплексов»

*Методические указания к лабораторным занятиям*

Самара

Самарский государственный технический университет 2025

Печатается по решению методической комиссии Колледжа СамГТУ (протокол № 4 от 26.02.2024 г.).

**Составители: Амосова А.А.**

Экологический мониторинг: методические указания к лабораторным занятиям для СПО / А.А. Амосова.– Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2025. – 49 с.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности 20.02.01 «Экологическая безопасность природных комплексов».

Методические указания включают в себя комплект методических материалов, необходимых для успешной подготовки и участия в проведении лабораторных занятий по дисциплине «Организация и проведение экологического мониторинга окружающей среды» студентам СПО: планы лабораторных занятий, лабораторные задания, библиографический список литературы, перечень вопросов к экзамену.

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| Лабораторное занятие 1. Изучение устройства и принципа действия аспирационного способа отбора проб атмосферного воздуха…………………………………………………………… | 6 |
| Лабораторное занятие 2. Изучение устройства измерительных систем комплексной лаборатории «ПОСТ-1». Подготовка измерительных систем к работе…………………. | 8 |
| Лабораторное занятие 3. Изучение устройства и работы переносных газоанализаторов…………………………………. | 11 |
| Лабораторное занятие 4. Определение содержание пыли в атмосферном воздухе…………………………………………… | 13 |
| Лабораторное занятие 5. Определение содержание химических веществ в атмосферном воздухе (сероводорода, диоксида и оксида азота и др. веществ)………………………. | 15 |
| Лабораторное занятие 6. Составление схемы расположения маршрутных постов……………………………………………. | 17 |
| Лабораторное занятие 7. Составление схемы размещения подфакельных постов………………………………………….. | 19 |
| Лабораторное занятие 8. Подготовка и проведение наблюдений за состоянием загрязнения атмосферного воздуха на автомагистралях……………………………………. | 24 |
| Лабораторное занятие 9. Подготовка и проведение наблюдений за радиоактивным загрязнением атмосферы»…. | 28 |
| Лабораторное занятие 10.Оценка радиационной обстановки исследуемой местности………………………………………… | 30 |
| Лабораторное занятие 11. Отбор проб атмосферных осадков и определение неустойчивых компонентов в пункте наблюдения……………………………………………………… | 36 |
| Лабораторное занятие 12. Подготовка оборудования и отбор проб снежного покрова…………………………………………. | 40 |
| Лабораторное занятие 13. Определение неустойчивых компонентов в снежном покрове……………………………… | 44 |
| Лабораторное занятие 14. Изучение устройства и работы батометров ГР-16 «Барометр- бутылка», ГР-16М «Барометр- бутылка», ГР-18 «Батометр Молчанова»…………………….. | 45 |
| Лабораторное занятие 15. Изучение устройства и работы пробоотборников донных отложений………………………… | 49 |
| Лабораторное занятие 16. Выбор места наблюдений на реке (озере), назначение створов…………………………………… | 52 |
| Лабораторное занятие 17. Проведение комплекса гидрохимических наблюдений на реке и в створе наблюдений пункта контроля………………………………… | 56 |
| Лабораторное занятие 18. Установление градуировочной характеристики для определения СПАВ, фенола, формальдегида в воде…………………………………………. | 59 |
| Лабораторное занятие 19. Определение концентрации нефтепродуктов, летучих фенолов, нитратов, нитритов и др. компонентов вводе…………………………………………….. | 61 |
| Лабораторное занятие 20. Изучение устройства и работы морского батометра БМ-48……………………………………. | 64 |
| Лабораторное занятие 21. Отбор проб воды на реке на радиоактивные вещества, предварительная обработка проб перед отправкой в лабораторию………………………………. | 67 |
| Лабораторное занятие 22. Изучение устройства и принципа работы пробоотборников почвы……………………………… | 70 |
| Лабораторное занятие 23. Назначение пробных площадок на обследуемом участке, отбор почвенных проб, составление смешанного образца………………………………………….. | 73 |
| Лабораторное занятие 24. Определение концентрации тяжелых металлов (Pb, Cu, Zn и т.д.) в пробе почвы……….. | 75 |
| Лабораторное занятие 25. Определение пестицидов в пробе почвы…………………………………………………………… | 78 |
| Лабораторное занятие 26. Приготовление водной, солевой вытяжки из почвы и определение сульфатов, фосфатов и др. компонентов…………………………………………………… | 81 |
| Лабораторное занятие 27. Наблюдения за радиоактивным загрязнением почв исследуемой территории………………… | 84 |
| Библиографический список…………………………………….. | 87 |

**Лабораторное занятие №1. Изучение устройства и принципа действия аспирационного способа отбора проб атмосферного воздуха.**

**Цель работы:**

1. Изучить устройство и принцип действия аспирационного способа отбора проб атмосферного воздуха.
2. Освоить методику отбора проб воздуха с использованием аспирационных устройств.
3. Научиться оценивать качество атмосферного воздуха на основе полученных данных.

**Оборудование и материалы:**

1. Аспирационный насос (ручной или электрический).
2. Фильтродержатель с фильтрами (например, бумажными, стекловолоконными или мембранными).
3. Счетчик объема воздуха.
4. Термометр для измерения температуры воздуха.
5. Барометр для измерения давления.
6. Шланги для подключения оборудования.
7. Пробоотборные устройства (например, импинджеры, адсорбционные трубки).
8. Средства индивидуальной защиты (перчатки, маска).

**Теоретическая часть**

1. Что такое аспирационный способ отбора проб?

Аспирационный способ отбора проб атмосферного воздуха заключается в принудительном пропускании воздуха через специальные устройства (фильтры, адсорбенты, растворы) с помощью насоса. Этот метод позволяет собирать загрязняющие вещества, содержащиеся в воздухе, для их последующего анализа.

2. Устройство аспирационного насоса

Аспирационный насос состоит из следующих основных элементов:

* Насос: Создает разрежение, обеспечивающее движение воздуха.
* Фильтродержатель: Удерживает фильтр, на котором оседают твердые частицы.
* Счетчик объема воздуха: Измеряет объем прошедшего через систему воздуха.
* Шланги: Обеспечивают соединение между элементами системы.
* Регулятор расхода: Позволяет контролировать скорость потока воздуха.

3. Принцип действия

Принцип действия аспирационного способа заключается в следующем:

* Воздух забирается из окружающей среды через входное отверстие.
* Под действием насоса воздух проходит через фильтр или другое устройство, где задерживаются загрязняющие вещества.
* Объем прошедшего воздуха измеряется счетчиком.
* Собранный материал (частицы пыли, газы, пары) анализируется в лаборатории.

**Практическая часть**

1. Подготовка к работе

* Проверьте исправность оборудования.
* Подберите подходящий фильтр в зависимости от целей исследования (например, для сбора твердых частиц используется стекловолоконный фильтр).
* Установите фильтр в фильтродержатель.
* Подключите шланги к насосу, фильтродержателю и счетчику объема воздуха.
* Откалибруйте скорость потока воздуха с помощью регулятора.

2. Отбор проб

* Включите аспирационный насос.
* Пропустите через систему необходимый объем воздуха (обычно указывается в методике исследования).
* Во время отбора проб фиксируйте температуру и давление окружающего воздуха.
* После завершения отбора выключите насос и аккуратно извлеките фильтр.

3. Обработка результатов

* Взвесьте фильтр до и после отбора проб на аналитических весах.
* Рассчитайте массу накопленных частиц по формуле: m=m2−m1; где m1 — масса чистого фильтра, m2 — масса фильтра с частицами.
* Определите концентрацию загрязняющих веществ в воздухе: C=Vm; где C — концентрация загрязняющих веществ (мг/м³), V — объем прошедшего воздуха (м³).

4. Анализ данных

* Сравните полученные значения с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) для исследуемых веществ.
* Сделайте вывод о качестве воздуха.
* Составьте отчет о проделанной работе.

**Контрольные вопросы**

1. Какие загрязняющие вещества можно определить с помощью аспирационного метода?
2. Как влияют температура и давление на результаты отбора проб?
3. Какие типы фильтров используются для сбора твердых частиц?
4. Какие преимущества имеет аспирационный метод перед пассивным?

**Лабораторное занятие №2. Изучение устройства измерительных систем комплексной лаборатории «ПОСТ-1». Подготовка измерительных систем к работе**

**Цель работы:**

1. Изучить устройство и назначение измерительных систем комплексной лаборатории «ПОСТ-1».
2. Освоить порядок подготовки измерительных систем к работе.
3. Научиться выполнять базовые операции с оборудованием.

**Теоретическая часть**

1. Общие сведения о комплексной лаборатории «ПОСТ-1»

Комплексная лаборатория «ПОСТ-1» предназначена для мониторинга состояния окружающей среды. Она включает в себя набор измерительных приборов и систем, которые позволяют проводить исследования различных параметров окружающей среды, таких как:

* Концентрация загрязняющих веществ в атмосфере (газы, пыль).
* Уровень шума.
* Температура, влажность и давление воздуха.
* Электромагнитные поля.
* Радиационный фон.

Лаборатория может быть использована как стационарно, так и в мобильном варианте (в полевых условиях).

2. Основные компоненты лаборатории «ПОСТ-1»

* Газоанализаторы – измеряют концентрацию газообразных загрязняющих веществ.
* Пылемеры – определяют концентрацию твердых частиц в воздухе.
* Шумомеры – измеряют уровень звукового давления.
* Метеостанция – фиксирует температуру, влажность, давление и скорость ветра.
* Дозиметры – измеряют радиационный фон.
* Анализаторы электромагнитных полей – регистрируют уровень электромагнитного излучения.
* Система сбора и обработки данных – обеспечивает автоматизированный сбор, хранение и анализ результатов измерений.

**Практическая часть**

1. Подготовка измерительных систем к работе

Перед началом работы необходимо выполнить следующие шаги:

1. Проверка комплектации оборудования:

* Убедитесь, что все необходимые приборы и аксессуары (кабели, батареи, калибровочные газы) находятся в рабочем состоянии.
* Проверьте целостность оборудования и отсутствие механических повреждений.
* Подключение питания:
* Подключите приборы к источнику питания (аккумуляторы, сеть).
* Проверьте уровень заряда батарей.
* Калибровка приборов:
* Проведите калибровку газоанализаторов с использованием калибровочных газов.
* Проверьте нулевые показания шумомеров и пылемеров.
* Убедитесь в корректности работы метеостанции.

1. Настройка системы сбора данных:

* Подключите все приборы к центральной системе сбора данных.
* Настройте программное обеспечение для автоматического считывания и записи данных.

1. Проверка работоспособности:

* Запустите тестовый режим работы всех приборов.
* Убедитесь, что данные корректно отображаются на экранах и передаются в систему сбора данных.

2. Проведение измерений

* Выберите место проведения измерений согласно требованиям (например, удаленность от источников помех).
* Установите приборы в соответствии с инструкцией по эксплуатации.
* Запустите процесс измерений.
* Снимите показания и сохраните их в системе.

3. Обработка результатов

* Проанализируйте полученные данные с помощью программного обеспечения.
* Сравните результаты с нормативными значениями (ПДК, допустимые уровни шума и т.д.).
* Составьте отчет о проделанной работе.

**Контрольные вопросы**

1. Для чего предназначена комплексная лаборатория «ПОСТ-1»?
2. Какие основные параметры окружающей среды можно измерить с помощью «ПОСТ-1»?
3. Перечислите основные компоненты лаборатории.
4. Какой принцип работы газоанализаторов?
5. Что такое калибровка приборов и зачем она нужна?
6. Как проверить работоспособность метеостанции?

**Лабораторное занятие №3. Изучение устройства и работы переносных газоанализаторов**

**Цель работы:**

1. Изучить устройство и принцип действия переносных газоанализаторов.
2. Ознакомиться с методами измерения концентрации газов в воздухе.
3. Научиться проводить измерения с использованием газоанализатора и интерпретировать полученные данные.

**Оборудование:**

1. Переносной газоанализатор.
2. Калибровочные газовые смеси.
3. Трубки для отбора проб воздуха.
4. Защитные перчатки и очки.
5. Инструкция по эксплуатации газоанализатора.
6. Блокнот для записи данных.

**Теоретическая часть:**

1. Назначение газоанализаторов:

Газоанализаторы – это приборы, предназначенные для измерения концентрации различных газов в воздухе. Они широко применяются в промышленности, экологии, медицине и быту для контроля качества воздуха, обнаружения утечек газа и предотвращения взрывоопасных ситуаций.

2. Принцип работы газоанализаторов:

Существует несколько основных типов датчиков, используемых в газоанализаторах:

* Электрохимические датчики: реагируют на изменение концентрации газа за счет химической реакции на чувствительном элементе.
* Инфракрасные датчики: определяют концентрацию газа по поглощению инфракрасного излучения.
* Полупроводниковые датчики: изменяют электрическое сопротивление при контакте с газом.
* Каталитические датчики: используют каталитическое окисление газа для измерения его концентрации.

3. Основные характеристики газоанализаторов:

* Диапазон измерений.
* Погрешность измерений.
* Время отклика.
* Устойчивость к внешним воздействиям (температура, влажность).
* Энергопотребление.

**Практическая часть:**

1. Подготовка газоанализатора к работе:

* Проверьте комплектацию прибора (датчики, батареи, трубки для отбора проб).
* Убедитесь, что газоанализатор заряжен и готов к работе.
* Ознакомьтесь с инструкцией по эксплуатации.
* Проведите калибровку прибора с использованием калибровочных газовых смесей (при необходимости).

2. Измерение концентрации газов:

Включите газоанализатор.

* Поднесите датчик к исследуемой зоне или подсоедините трубку для отбора проб.
* Дождитесь стабилизации показаний на экране прибора.
* Запишите результаты измерений (концентрацию газа, единицы измерения, время).

3. Интерпретация результатов:

* Сравните полученные данные с нормативными значениями (ПДК – предельно допустимая концентрация).
* Определите, есть ли превышение допустимых значений.
* Сделайте вывод о качестве воздуха или наличии утечки газа.

4. Завершение работы:

* Выключите газоанализатор.
* Уберите прибор и аксессуары в футляр.
* Составьте отчет о проделанной работе.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие типы датчиков используются в газоанализаторах? Опишите их принцип работы.
2. Что такое ПДК и как она используется при анализе качества воздуха?
3. Какие факторы могут повлиять на точность измерений газоанализатора?
4. Как проводится калибровка газоанализатора?
5. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при работе с газоанализатором?

**Лабораторное занятие №4. Определение содержание пыли в атмосферном воздухе**

**Цель работы:**

Определить концентрацию пыли в атмосферном воздухе с использованием метода гравиметрического анализа.

**Теоретическая часть**

Пыль — это твердые частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в атмосфере. Она может быть как естественного происхождения (вулканический пепел, почвенная пыль), так и антропогенного (промышленные выбросы, строительные работы). Пыль оказывает негативное влияние на здоровье человека, экологию и климат. Для определения концентрации пыли в воздухе используются различные методы, один из которых — гравиметрический метод. Этот метод основан на сборе пылевых частиц на фильтр, через который прокачивается определенный объем воздуха, и последующем взвешивании фильтра до и после отбора проб.

Концентрация пыли рассчитывается по формуле: C = Vm2−m1; где:

C — концентрация пыли в воздухе, мг/м³; m1— масса фильтра до отбора пробы, мг; m2 — масса фильтра после отбора пробы, мг; V — объем прокачанного воздуха, м³.

**Оборудование и материалы**

1. Аспирационное устройство (например, аспиратор или насос для отбора проб воздуха).
2. Фильтры (обычно используются мембранные или стекловолоконные фильтры).
3. Весы аналитические (точность 0,0001 г).
4. Сушильный шкаф.
5. Мерный цилиндр или ротаметр для измерения объема воздуха.

**Практическая часть**

1. Подготовка фильтров

* Промаркируйте фильтры (например, номерами).
* Поместите фильтры в сушильный шкаф при температуре 1050C на 1 час для удаления влаги.
* После сушки поместите фильтры в десикатор для охлаждения до комнатной температуры.
* Взвесьте каждый фильтр на аналитических весах и запишите их массу (m1).

2. Отбор проб воздуха

Установите фильтр в держатель аспирационного устройства.

* Включите аспиратор и начните прокачку воздуха через фильтр.
* Измерьте объем прокачанного воздуха (V) с помощью ротаметра или другого устройства.
* Объем можно рассчитать как произведение скорости потока воздуха (Q, м³/мин) на время прокачки (t, мин): V=Q\*t.
* После завершения отбора пробы аккуратно извлеките фильтр.

3. Взвешивание фильтра после отбора пробы

* Поместите фильтр с пылью в сушильный шкаф на 1 час при 1050C.
* Перенесите фильтр в эксикатор для охлаждения.
* Взвесьте фильтр на аналитических весах и запишите массу (m2).

**Обработка результатов**

* Рассчитайте массу пыли, осевшей на фильтре: Δm = m2 −m1
* ​Рассчитайте концентрацию пыли в воздухе: C=VΔm
* Составьте отчет о проделанной работе.

**Контрольные вопросы**

1. Какие факторы могут повлиять на точность измерений?
2. Почему важно использовать сушильный шкаф и десикатор?
3. Какие виды пыли выделяют по происхождению?
4. Какой нормативный документ регулирует допустимую концентрацию пыли в атмосферном воздухе?

**Лабораторное занятие №5. Определение содержание химических веществ в атмосферном воздухе (сероводорода, диоксида и оксида азота и др. веществ).**

**Цель работы**

Определить концентрацию загрязняющих веществ (сероводорода, диоксида и оксида азота и др.) в атмосферном воздухе с использованием различных методов анализа.

**Теоретическая часть**

Атмосферный воздух может содержать различные загрязняющие вещества, которые негативно влияют на здоровье человека и окружающую среду. К основным загрязнителям относятся:

* Сероводород (H₂S)
* Оксид азота (NO) и диоксид азота (NO₂)
* Диоксид серы (SO₂)
* Углеродсодержащие соединения (CO, CH₄)

Для определения концентрации этих веществ используются различные методы: химические, физико-химические и инструментальные.

1) Химические методы анализа:

Реакция с реагентами, приводящая к образованию окрашенных продуктов. Например, для определения H₂S используется реакция с ацетатом свинца, что приводит к образованию черного осадка сульфида свинца.

2) Физико-химические методы анализа:

Спектрофотометрия, хроматография. Пример: определение NO₂ с помощью спектрофотометрии по поглощению света.

3) Инструментальные методы:

Газовые анализаторы, детекторы. Пример: использование электрохимических датчиков для измерения концентрации CO.

**Оборудование и материалы:**

1. Аспирационное устройство (для забора проб воздуха).
2. Поглотительные сосуды с растворами реагентов.
3. Спектрофотометр.
4. Реактивы: ацетат свинца, раствор Грисса (для NO₂), перманганат калия (KMnO₄) и др.
5. Газовые детекторы (для CO, SO₂).

**Практическая часть**

1. Определение сероводорода (H₂S) начинается с забора пробы воздуха через поглотительный сосуд с раствором ацетата свинца. При наличии H₂S образуется черный осадок сульфида свинца (PbS).

Количественное определение проводится гравиметрическим методом (взвешивание осадка).

Расчет:

Концентрация H₂S рассчитывается по формуле: C = V⋅Mm ,

где:

m – масса осадка PbS (г),

V – объем пробы воздуха (м³),

M – молярная масса H₂S (34 г/моль).

2. Определение диоксида азота (NO₂) начинается с забора пробы воздуха через поглотительный сосуд с раствором Грисса. NO₂ взаимодействует с раствором, образуя окрашенное соединение. Измерение оптической плотности раствора осуществляется на спектрофотометре при длине волны 540 нм.

Расчет:

Концентрация NO₂ определяется по калибровочной кривой: C=k⋅A,

где:

A – оптическая плотность раствора,

k – коэффициент калибровки.

3. Определение оксида углерода (CO) с помощью газового анализатора с электрохимическим датчиком. Осуществляется забор пробы воздуха и непосредственное измерение концентрации CO. Концентрация CO отображается на экране анализатора в ppm (частях на миллион).

4. Определение диоксида серы (SO₂). Осуществляется забор пробы воздуха через поглотительный сосуд с раствором перманганата калия. SO₂ окисляется до серной кислоты, что приводит к изменению цвета раствора. Затем осуществляется измерение оптической плотности раствора на спектрофотометре. Концентрация SO₂ определяется по калибровочной кривой.

**Лабораторное занятие №6. Составление схемы расположения маршрутных постов для экологического мониторинга**

**Цель работы:**

Научиться составлять схему расположения маршрутных постов для проведения экологического мониторинга с учетом особенностей территории, задач исследования и требований к точности данных.

**Оборудование и материалы:**

1. Картографические материалы (топографическая карта, спутниковый снимок или цифровая модель местности).
2. Программное обеспечение для работы с геоинформационными системами (например, QGIS, ArcGIS) или чертежные инструменты.
3. Методические рекомендации по экологическому мониторингу.
4. Ручка, карандаш, линейка, циркуль.
5. Планшет или бумага для записи результатов.

**Теоретическая часть:**

Экологический мониторинг — это система наблюдений за состоянием окружающей среды, направленная на выявление изменений, оценку их динамики и прогнозирование последствий антропогенного воздействия. Маршрутные посты — это точки или участки на территории, где проводятся регулярные наблюдения и измерения. Они могут быть стационарными (постоянно действующими) или временными (действующими в рамках конкретного исследования).

Основные требования к размещению маршрутных постов:

* Репрезентативность: посты должны отражать основные типы экосистем и источники загрязнения на исследуемой территории.
* Доступность: места расположения постов должны быть доступны для исследователей.
* Обеспечение безопасности: маршруты и посты не должны находиться в зонах повышенной опасности (например, оползневых склонах, зонах затопления).
* Оптимальность количества: количество постов должно быть достаточным для получения достоверных данных, но не избыточным.
* Учет сезонности: расположение постов может зависеть от времени года (например, в период паводков или замерзания водоемов).

**Практическая часть:**

1. Анализ территории

Изучите картографические материалы исследуемой территории. Определите:

* Типы экосистем (леса, луга, водоемы, болота и т.д.).
* Источники антропогенного воздействия (промышленные предприятия, дороги, свалки и т.д.).
* Особенности рельефа и гидрологии.

Выделите ключевые зоны, которые необходимо охватить при мониторинге:

* Зоны максимального воздействия (например, промышленные площадки).
* Зоны минимального воздействия (фоновые участки).
* Участки с высоким биоразнообразием.

2. Определение задач мониторинга

Уточните цели исследования:

* Оценка загрязнения атмосферного воздуха.
* Изучение состояния почв.
* Мониторинг водных объектов.
* Исследование флоры и фауны.

На основе целей определите параметры, которые будут измеряться (например, концентрация загрязняющих веществ, видовое разнообразие растений, уровень шума и т.д.).

3. Разработка схемы расположения постов

* Нанесите на карту исследуемую территорию.
* Расположите посты, соблюдая следующие правила:
* В зонах максимального воздействия разместите большее количество постов.
* В фоновых зонах разместите контрольные посты для сравнения.
* Убедитесь, что расстояние между постами позволяет получить репрезентативные данные.
* Учитывайте возможность перемещения по маршрутам (например, наличие дорог или троп).

Примерные расстояния между постами:

* Для мониторинга атмосферного воздуха: 1–5 км.
* Для мониторинга водных объектов: 1–2 км вдоль береговой линии.
* Для мониторинга почв: 0,5–2 км.

4. Оформление схемы

Нанесите на карту:

* Места расположения постов (обозначьте их номерами или символами).
* Маршруты передвижения между постами.
* Легенду с пояснениями.
* Добавьте текстовое описание:
* Цели мониторинга.
* Обоснование выбора мест расположения постов.
* Перечень параметров, которые будут измеряться.

*Пример выполнения: Исследуемая территория - природный парк площадью 100 км², включающий леса, болота и небольшую реку. Вблизи парка расположено промышленное предприятие. Задачи мониторинга:*

* *Оценка загрязнения атмосферного воздуха.*
* *Изучение состояния водной экосистемы реки.*
* *Оценка влияния промышленного предприятия на состояние почв.*

*Схема расположения постов:*

*Зона максимального воздействия (промышленное предприятие):*

* *Пост №1: Установлен в 1 км от предприятия для измерения концентрации загрязняющих веществ в воздухе.*
* *Пост №2: Расположен в 2 км от предприятия для анализа состояния почвы.*

*Фоновая зона:*

* *Пост №3: Расположен в центральной части парка (5 км от предприятия) для фиксации фоновых значений.*

*Водная экосистема:*

* *Посты №4 и №5: Расположены вдоль реки на расстоянии 1 км друг от друга для оценки качества воды.*

**Контрольные вопросы:**

1. Какие факторы учитываются при выборе мест расположения маршрутных постов?
2. Почему важно размещать посты как в зонах максимального воздействия, так и в фоновых зонах?
3. Какое оборудование может потребоваться для проведения мониторинга на маршрутных постах?

**Лабораторное занятие №7. Составление схемы размещения подфакельных постов.**

**Цель работы:**

Научиться составлять схему размещения подфакельных постов.

**Оборудование и материалы:**

1. Картографические материалы (топографическая карта, спутниковый снимок или цифровая модель местности).
2. Программное обеспечение для работы с геоинформационными системами (например, QGIS, ArcGIS) или чертежные инструменты.
3. Методические рекомендации по мониторингу выбросов загрязняющих веществ.
4. Ручка, карандаш, линейка, циркуль.
5. Планшет или бумага для записи результатов.

**Теоретическая часть:**

Подфакельный мониторинг — это система наблюдений за состоянием окружающей среды в зоне воздействия факельных выбросов промышленных предприятий. Основная задача — оценить концентрацию загрязняющих веществ в атмосфере и их влияние на экосистемы и здоровье человека. Факел — устройство для сжигания газов на промышленных объектах, которое используется для утилизации избыточных газов. В процессе горения выделяются загрязняющие вещества (например, оксиды углерода, серы, азота, твердые частицы).

Основные принципы размещения подфакельных постов:

* Репрезентативность: посты должны быть расположены таким образом, чтобы отражать распределение загрязняющих веществ в атмосфере.
* Направление ветра: учет розы ветров для определения направления распространения загрязнений.
* Расстояние от источника выбросов: посты располагаются на различных расстояниях от факела для оценки динамики рассеивания загрязняющих веществ.
* Доступность: места расположения постов должны быть доступны для исследователей.
* Обеспечение безопасности: посты не должны находиться в зонах повышенной опасности (например, под факелом или вблизи него).

**Практическая часть:**

1. Анализ территории и источников выбросов

Изучите картографические материалы исследуемой территории. Определите:

* Местоположение факельной установки.
* Направление преобладающих ветров (роза ветров).
* Типы экосистем в зоне воздействия факельных выбросов (леса, поля, населенные пункты и т.д.).
* Расположение объектов, чувствительных к загрязнению (например, жилые районы, водоемы, природоохранные зоны).

Выделите ключевые зоны, которые необходимо охватить при мониторинге:

* Зоны максимального воздействия (вдоль направления ветра).
* Фоновые зоны (перпендикулярно направлению ветра или в стороне от факела).

2. Определение задач мониторинга

Уточните цели исследования:

* Оценка концентрации загрязняющих веществ в атмосфере.
* Изучение влияния факельных выбросов на состояние экосистем.
* Оценка рисков для здоровья населения.

На основе целей определите параметры, которые будут измеряться (например, концентрация CO, SO₂, NOₓ, твердых частиц).

3. Разработка схемы размещения подфакельных постов

Нанесите на карту:

* Местоположение факельной установки.
* Направление преобладающих ветров (основное и второстепенные направления).

Расположите подфакельные посты:

Вдоль направления преобладающих ветров (основное направление):

* Пост №1: Расположен на расстоянии 0,5–1 км от факела.
* Пост №2: Расположен на расстоянии 2–3 км от факела.
* Пост №3: Расположен на расстоянии 5–10 км от факела (или до границы зоны воздействия).

Перпендикулярно направлению ветров (фоновые зоны):

* Пост №4: Расположен на расстоянии 1–2 км от факела.
* Пост №5: Расположен на расстоянии 5–10 км от факела.

Убедитесь, что расстояние между постами позволяет получить репрезентативные данные.

4. Оформление схемы

Нанесите на карту:

* Места расположения подфакельных постов (обозначьте их номерами или символами).
* Направления ветров.
* Границы зоны воздействия факельных выбросов.

Добавьте текстовое описание:

* Цели мониторинга.
* Обоснование выбора мест расположения постов.
* Перечень параметров, которые будут измеряться.

*Пример выполнения: Исследуемая территория: Промышленная площадка с факельной установкой площадью 50 км², включающая жилые районы и лесные массивы. Преобладающее направление ветра — северо-западное. Задачи мониторинга:*

* *Оценка концентрации загрязняющих веществ в атмосфере.*
* *Изучение влияния факельных выбросов на состояние лесных экосистем.*
* *Оценка рисков для здоровья населения.*

*Схема размещения подфакельных постов:*

*Вдоль направления преобладающих ветров (северо-запад):*

* *Пост №1: Расположен на расстоянии 1 км от факела.*
* *Пост №2: Расположен на расстоянии 3 км от факела.*
* *Пост №3: Расположен на расстоянии 7 км от факела (граница зоны воздействия).*

*Перпендикулярно направлению ветров (юго-восток):*

* *Пост №4: Расположен на расстоянии 2 км от факела.*
* *Пост №5: Расположен на расстоянии 5 км от факела.*

*Границы зоны воздействия: Окружность радиусом 10 км вокруг факельной установки.*

**Контрольные вопросы:**

1. Как влияет направление ветра на размещение подфакельных постов?
2. Почему важно учитывать расстояние от источника выбросов при размещении постов?
3. Какие параметры атмосферного воздуха измеряются на подфакельных постах?

**Лабораторное занятие№8. Подготовка и проведение наблюдений за состоянием загрязнения атмосферного воздуха на автомагистралях**

**Цель работы:**

Научиться организовывать и проводить наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха на автомагистралях с учетом особенностей транспортных потоков, метеорологических условий и требований к точности данных.

**Оборудование и материалы:**

1. Переносной газоанализатор для измерения концентрации загрязняющих веществ (например, CO, NOₓ, SO₂, пыль).
2. Аспирационное устройство для отбора проб воздуха.
3. Средства измерения метеопараметров (анемометр, термометр, гигрометр).
4. Картографические материалы (схема автомагистрали, спутниковый снимок или цифровая модель местности).
5. Программное обеспечение для анализа данных (например, MS Excel, MATLAB).
6. Блокнот, ручка, карандаш для записи результатов.
7. Защитные средства (перчатки, маска).

**Теоретическая часть:**

Загрязнение атмосферного воздуха на автомагистралях обусловлено выбросами транспортных средств, которые включают:

* Углекислый газ (CO₂).
* Угарный газ (CO).
* Оксиды азота (NOₓ).
* Углеводороды (CH₄ и другие соединения).
* Твердые частицы (пыль, сажа).

Основными факторами, влияющими на уровень загрязнения, являются:

* Интенсивность движения: количество транспортных средств на единицу времени.
* Состав транспортного потока: доля легковых автомобилей, грузовиков, автобусов.
* Метеорологические условия: скорость и направление ветра, температура, влажность, наличие инверсии.
* Рельеф местности: наличие возвышенностей, долин, лесных массивов.
* Ширина проезжей части и наличие разделительных полос.

Основные принципы проведения наблюдений:

* Репрезентативность: точки наблюдений должны отражать реальное распределение загрязняющих веществ вдоль автомагистрали.
* Учет метеоусловий: наблюдения проводятся при различных погодных условиях для получения достоверных данных.
* Доступность: места наблюдений должны быть безопасными и удобными для работы исследователей.
* Периодичность: измерения проводятся в разное время суток и сезоны года для учета изменчивости транспортных потоков.

**Практическая часть:**

1. Подготовка к наблюдениям

Анализ территории:

* Изучите картографические материалы автомагистрали. Определите:
* Интенсивность движения транспорта.
* Наличие перекрестков, светофоров, остановок общественного транспорта.
* Близлежащие жилые районы, зеленые насаждения, водоемы.

Выберите участок автомагистрали для наблюдений (например, участок повышенной загруженности или с неблагоприятными условиями рассеивания загрязняющих веществ).

Выбор точек наблюдений:

* Расположите точки наблюдений:
* Вблизи проезжей части (до 10 м).
* На среднем удалении (20–50 м).
* На значительном удалении (более 100 м) для фиксации фоновых значений.

Убедитесь, что точки доступны для установки оборудования.

Подготовка оборудования:

* Проверьте работоспособность газоанализатора и аспирационного устройства.
* Подготовьте бланки для записи данных.

Определение параметров измерений:

* Концентрация загрязняющих веществ (CO, NOₓ, CH4).
* Метеопараметры (скорость и направление ветра, температура, влажность).
* Интенсивность движения транспорта.

2. Проведение наблюдений

Отбор проб воздуха:

Установите оборудование в выбранных точках.

* Проведите измерения концентрации загрязняющих веществ в течение 10–15 минут.
* Запишите результаты в бланк.

Измерение метеопараметров:

* Определите скорость и направление ветра.
* Измерьте температуру и влажность воздуха.

Фиксация интенсивности движения:

* Подсчитайте количество транспортных средств за определенный период времени (например, 15 минут).
* Разделите транспорт на категории (легковые автомобили, грузовики, автобусы).

Повторение измерений:

* Проведите наблюдения в разное время суток (утро, день, вечер).
* Проведите наблюдения в разные сезоны года (лето, зима).

3. Анализ данных

Обработка данных:

* Внесите данные в электронную таблицу.
* Рассчитайте средние значения концентраций загрязняющих веществ для каждой точки.
* Постройте графики зависимости концентрации загрязняющих веществ от расстояния до проезжей части.

Оценка уровня загрязнения:

* Сравните полученные данные с предельно допустимыми концентрациями (ПДК).
* Определите зоны повышенного загрязнения.

Анализ влияния факторов:

* Оцените влияние метеоусловий на уровень загрязнения.
* Определите зависимость концентрации загрязняющих веществ от интенсивности движения.

*Пример выполнения: Исследуемая территория - автомагистраль протяженностью 5 км, проходящая через жилую зону. Интенсивность движения составляет 10 000 автомобилей в сутки.*

*Задачи наблюдений:*

* *Оценка концентрации угарного газа (CO) и оксидов азота (NOₓ).*
* *Изучение влияния метеоусловий на уровень загрязнения.*
* *Определение зон повышенного загрязнения.*

*Результаты:*

*Точка №1 (вблизи проезжей части): Концентрация CO: 8 мг/м³. Концентрация NOₓ: 0,3 мг/м³.*

*Точка №2 (на среднем удалении): Концентрация CO: 5 мг/м³. Концентрация NOₓ: 0,2 мг/м³.*

*Точка №3 (на значительном удалении): Концентрация CO: 2 мг/м³. Концентрация NOₓ: 0,1 мг/м³.*

*Вывод: Зона повышенного загрязнения находится в пределах 50 м от проезжей части.*

**Контрольные вопросы:**

1. Какие загрязняющие вещества являются основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на автомагистралях?
2. Как влияют метеорологические условия на уровень загрязнения?
3. Почему важно проводить наблюдения в разное время суток и сезоны года?

**Лабораторное занятие № 9. Подготовка и проведение наблюдений за радиоактивным загрязнением атмосферы.**

**Цель работы:**

Научиться организовывать и проводить наблюдения за радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха, используя современные методы и оборудование.

**Оборудование и материалы:**

1. Дозиметры (например, гамма-радиометры) для измерения мощности дозы ионизирующего излучения.
2. Аспирационные устройства для отбора проб воздуха.
3. Фильтры для сбора радиоактивных аэрозолей.
4. Спектрометрическое оборудование для анализа радионуклидов.
5. Метеорологические приборы (анемометр, термометр, гигрометр).
6. Картографические материалы (схема местности, спутниковый снимок или цифровая модель рельефа).
7. Программное обеспечение для обработки данных (например, MS Excel, Origin, MATLAB).

**Теоретическая часть:**

* Радиоактивное загрязнение атмосферы — это наличие радиоактивных веществ в воздухе, которые могут представлять угрозу для здоровья человека и окружающей среды. Основными источниками загрязнения являются:
* Атомные электростанции (АЭС).
* Медицинские и промышленные объекты, использующие радиоактивные материалы.
* Ядерные испытания.
* Природные источники (например, радон).
* Основные радионуклиды, подлежащие контролю:
* Гамма-излучающие нуклиды: йод-131 (¹³¹I), цезий-137 (¹³⁷Cs), стронций-90 (⁹⁰Sr).
* Альфа- и бета-излучающие нуклиды: плутоний-239 (²³⁹Pu), америций-241 (²⁴¹Am).

Факторы, влияющие на уровень радиоактивного загрязнения:

* Метеорологические условия (ветер, осадки, температура).
* Расстояние от источника загрязнения.
* Тип и активность радионуклидов.
* Рельеф местности и наличие естественных барьеров (леса, здания).

Основные принципы проведения наблюдений:

* Репрезентативность: точки наблюдений должны отражать реальное распределение радиоактивных веществ.
* Безопасность: соблюдение мер защиты исследователей.
* Периодичность: регулярные наблюдения для выявления долгосрочных изменений.
* Точность: использование калиброванного оборудования.

**Практическая часть:**

1. Подготовка к наблюдениям

Анализ территории:

Изучите картографические материалы исследуемой территории. Определите:

* Близость к потенциальным источникам радиоактивного загрязнения (АЭС, промышленные объекты).
* Направление преобладающих ветров.
* Наличие населенных пунктов, водоемов, лесных массивов.

Выберите участки для наблюдений:

* Вблизи источника загрязнения.
* На среднем удалении.
* В фоновых зонах (вдали от источника).

Выбор точек наблюдений:

* Точки должны быть равномерно распределены по территории.
* Убедитесь в доступности точек для установки оборудования.

Подготовка оборудования:

* Проверьте работоспособность дозиметров и аспирационных устройств.
* Подготовьте фильтры для сбора проб.
* Калибруйте оборудование перед использованием.

Определение параметров измерений:

* Мощность дозы гамма-излучения.
* Концентрация радиоактивных аэрозолей в воздухе.
* Метеопараметры (скорость и направление ветра, температура, влажность).

2. Проведение наблюдений

Измерение мощности дозы гамма-излучения:

* Установите дозиметр на высоте 1–1,5 м над землей.
* Проведите измерения в каждой точке.
* Запишите результаты в бланк.

Отбор проб воздуха:

* Установите аспирационное устройство с фильтром.
* Произведите забор проб воздуха в течение 30–60 минут.
* Отметьте время и объем прокаченного воздуха.

Измерение метеопараметров:

* Определите скорость и направление ветра.
* Измерьте температуру и влажность воздуха.

Повторение измерений:

* Проведите наблюдения в разное время суток (утро, день, вечер).
* Проведите наблюдения в разные сезоны года (лето, зима).

3. Анализ данных

Обработка данных:

* Внесите данные в электронную таблицу.
* Рассчитайте концентрацию радиоактивных аэрозолей на основе массы собранного материала и объема прокаченного воздуха.
* Постройте карту распределения мощности дозы гамма-излучения.

Оценка уровня загрязнения:

* Сравните полученные данные с предельно допустимыми уровнями (например, нормативы МАГАТЭ или национальные стандарты).
* Определите зоны повышенного загрязнения.

Анализ влияния факторов:

* Оцените влияние метеоусловий на распространение радиоактивных веществ.
* Определите зависимость уровня загрязнения от расстояния до источника.

*Пример выполнения: Исследуемая территория - зона вблизи атомной электростанции площадью 50 км². Преобладающее направление ветра — юго-западное. Задачи наблюдений:*

* *Оценка мощности дозы гамма-излучения.*
* *Измерение концентрации радиоактивных аэрозолей.*
* *Определение зон повышенного загрязнения.*

*Результаты:*

*Точка №1 (вблизи АЭС):Мощность дозы: 0,5 мкЗв/ч. Концентрация аэрозолей: 0,02 Бк/м³.*

*Точка №2 (на среднем удалении):Мощность дозы: 0,2 мкЗв/ч. Концентрация аэрозолей: 0,01 Бк/м³.*

*Точка №3 (фоновая зона):Мощность дозы: 0,1 мкЗв/ч. Концентрация аэрозолей: 0,005 Бк/м³.*

*Вывод: Зона повышенного загрязнения находится в пределах 5 км от АЭС.*

**Контрольные вопросы:**

1. Какие радионуклиды чаще всего контролируются при наблюдениях за радиоактивным загрязнением атмосферы?
2. Как влияют метеорологические условия на распространение радиоактивных веществ?
3. Почему важно проводить наблюдения в фоновых зонах?

**Лабораторное занятие №10. Оценка радиационной обстановки исследуемой местности**

**Цель работы:**

Научиться оценивать радиационную обстановку на исследуемой территории с использованием современных методов и оборудования, а также анализировать полученные данные для выявления зон повышенного радиационного фона.

**Оборудование и материалы:**

1. Дозиметры-радиометры: для измерения мощности дозы гамма-излучения.
2. Спектрометрическое оборудование: для определения состава радионуклидов.
3. Аспирационные устройства: для отбора проб воздуха (при необходимости).
4. Фильтры: для сбора радиоактивных аэрозолей.
5. Метеорологические приборы: анемометр, термометр, гигрометр.
6. Картографические материалы: топографическая карта или спутниковый снимок исследуемой территории.
7. Программное обеспечение: MS Excel, ArcGIS или QGIS для визуализации данных.
8. Защитные средства: перчатки, маска, защитный костюм.
9. Бланки для записи данных.

**Теоретическая часть:**

Радиационная обстановка — это состояние окружающей среды, характеризующееся уровнем радиоактивного загрязнения и его влиянием на здоровье человека и экосистемы. Радиационная обстановка зависит от:

* Естественного радиационного фона: образуется за счет космического излучения и естественных радионуклидов (например, радон, уран, торий).
* Техногенного радиационного фона: вызван деятельностью человека (например, выбросы АЭС, ядерные испытания, промышленные аварии).

Основные показатели радиационной обстановки:

* Мощность дозы гамма-излучения (мкЗв/ч): уровень внешнего облучения.
* Концентрация радионуклидов в воздухе, почве, воде (Бк/м³, Бк/кг).
* Эффективная доза облучения (мЗв/год): суммарная доза, которую может получить человек за год.

Нормативы радиационной безопасности:

* Предельно допустимая мощность дозы для населения: 0,3 мкЗв/ч (фоновое значение).
* Предельно допустимая годовая эффективная доза: 1 мЗв/год.
* Основные ы оценки радиационной обстановки:

**Практическая часть:**

1. Подготовка к оценке радиационной обстановки

Изучение территории:

* Проанализируйте картографические материалы. Определите:
* Наличие потенциальных источников радиоактивного загрязнения (АЭС, промышленные объекты, свалки).
* Рельеф местности (долины, холмы, леса).
* Населенные пункты, водоемы, сельскохозяйственные угодья.

Выберите участки для проведения замеров:

* Вблизи предполагаемых источников загрязнения.
* На среднем удалении.
* В фоновых зонах (вдали от источников).

Подготовка оборудования:

* Проверьте работоспособность дозиметров и спектрометров.
* Калибруйте оборудование перед использованием.
* Подготовьте бланки для записи данных.

Определение параметров измерений:

* Мощность дозы гамма-излучения.
* Концентрация радионуклидов в почве и воздухе (при необходимости).
* Метеорологические условия (ветер, температура, влажность).

2. Проведение замеров

Измерение мощности дозы гамма-излучения:

* Установите дозиметр на высоте 1–1,5 м над землей.
* Проведите измерения в каждой точке наблюдения.
* Запишите результаты в бланк.

Отбор проб почвы (при необходимости):

* Соберите пробы почвы с глубины 0–10 см.
* Отметьте координаты точки отбора.
* Проанализируйте пробы в лаборатории для определения содержания радионуклидов.

Измерение метеопараметров:

* Определите скорость и направление ветра.
* Измерьте температуру и влажность воздуха.

Повторение измерений:

* Проведите замеры в разное время суток (утро, день, вечер).
* Проведите замеры в разные сезоны года (лето, зима).

3. Анализ данных

Обработка данных:

* Внесите данные в электронную таблицу.
* Рассчитайте средние значения мощности дозы для каждой точки.
* Постройте карту распределения радиационного фона.

Оценка уровня радиации:

* Сравните полученные данные с нормативами:
* Фоновое значение: ≤0,3 мкЗв/ч.
* Повышенный уровень: >0,3 мкЗв/ч.
* Определите зоны повышенного радиационного фона.

Анализ влияния факторов:

* Оцените влияние рельефа и метеоусловий на распределение радиации.
* Определите зависимость уровня радиации от расстояния до источника.

*Пример выполнения: Исследуемая территория - зона площадью 20 км² с населенным пунктом и лесным массивом. Рядом расположена старая промышленная свалка.*

*Задачи исследования:*

* *Оценка мощности дозы гамма-излучения.*
* *Определение зон повышенного радиационного фона.*
* *Анализ возможных рисков для населения.*

*Результаты: Точка №1 (вблизи свалки): Мощность дозы: 0,8 мкЗв/ч. Точка №2 (на границе населенного пункта): Мощность дозы: 0,4 мкЗв/ч. Точка №3 (фоновая зона): Мощность дозы: 0,2 мкЗв/ч.*

*Вывод: Зона повышенного радиационного фона находится вблизи свалки. Рекомендуется ограничить доступ населения к этой территории и провести дополнительные исследования.*

**Контрольные вопросы:**

1. Какие факторы влияют на радиационную обстановку исследуемой местности?
2. Какие нормативы используются для оценки радиационной безопасности?
3. Почему важно проводить замеры в разное время суток и сезоны года?

**Лабораторное занятие №11. Отбор проб атмосферных осадков и определение неустойчивых компонентов в пункте наблюдения**

**Цель работы:**

Научиться правильно отбирать пробы атмосферных осадков (дождь, снег) и проводить анализ для определения концентраций неустойчивых компонентов (например, кислотность, содержание сульфатов, нитратов, аммония).

**Оборудование и материалы:**

1. Сборник осадков (предпочтительно автоматический или ручной).
2. Чистые полиэтиленовые или стеклянные емкости для хранения проб.
3. pH-метр (для измерения кислотности).
4. Титратор или спектрофотометр (для анализа состава).
5. Реактивы для анализа (индикаторы, стандартные растворы).
6. Перчатки, маска, защитный костюм.
7. Бланки для записи данных.

**Теоретическая часть:**

Атмосферные осадки — это дождь, снег, град, туман, которые выпадают на поверхность земли. Они являются важным компонентом круговорота воды, но могут содержать загрязняющие вещества, поступающие из атмосферы.

Неустойчивые компоненты атмосферных осадков включают в себя:

* Кислотность (pH): показывает наличие кислотных соединений (серной и азотной кислот), образующихся при выбросах SO₂ и NOₓ.
* Сульфаты (SO₄²⁻): продукты окисления диоксида серы (SO₂).
* Нитраты (NO₃⁻): продукты окисления оксидов азота (NOₓ).
* Аммоний (NH₄⁺): связанный с выбросами аммиака (NH₃).
* Тяжелые металлы: такие как свинец (Pb), кадмий (Cd), ртуть (Hg).

Факторы, влияющие на состав осадков:

* Источники загрязнения: промышленные предприятия, автотранспорт, сельское хозяйство.
* Метеорологические условия: направление ветра, интенсивность осадков.
* Рельеф местности: горы, долины, леса могут влиять на рассеивание загрязняющих веществ.

**Практическая часть:**

1. Подготовка к отбору проб

Выбор пункта наблюдения:

* Выберите место, удаленное от источников загрязнения (например, дорог, заводов).
* Убедитесь, что сборник осадков установлен на открытой площадке, чтобы исключить влияние деревьев или зданий.

Подготовка оборудования:

* Очистите сборник осадков и емкости для проб.
* Проверьте работоспособность pH-метра и других лабораторных приборов.
* Подготовьте реактивы для анализа.

Определение параметров исследования:

* Кислотность (pH).
* Концентрация сульфатов (SO4²⁻), нитратов (NO₃⁻), аммония (NH₄⁺).
* Наличие тяжелых металлов (при необходимости).

2. Отбор проб атмосферных осадков

Установка сборника осадков:

* Разместите сборник на высоте 1,5–2 м над землей.
* Убедитесь, что он защищен от загрязнений (например, пыли или мусора).

Сбор проб:

* После выпадения осадков перенесите жидкость в чистую емкость.
* Для снега: соберите его в чистый контейнер и растопите при комнатной температуре.
* Зафиксируйте время и объем собранной пробы.

Запись данных:

* Запишите метеорологические условия (температура, влажность, скорость ветра).
* Отметьте координаты пункта наблюдения.

3. Анализ проб

* Измерение кислотности (pH):
* Используйте pH-метр для определения уровня кислотности.
* Запишите результат.

Определение сульфатов (SO₄²⁻):

* Примените метод титрования или спектрофотометрии.
* Рассчитайте концентрацию сульфатов (в мг/л).

Определение нитратов (NO₃⁻):

* Используйте цветную реакцию с реагентами или спектрофотометр.
* Рассчитайте концентрацию нитратов (в мг/л).

Определение аммония (NH₄⁺):

* Примените титриметрический метод или фотометрию.
* Рассчитайте концентрацию аммония (в мг/л).

Определение тяжелых металлов (по необходимости):

* Используйте атомно-абсорбционную спектрометрию (AAS).

4. Обработка данных

Внесение данных в таблицу:

* Создайте таблицу с результатами измерений (pH, концентрации SO4²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺).
* Укажите метеорологические условия.

Сравнение с нормативами:

* Сравните значения pH с фоновыми значениями (обычно 5,6–6,5).
* Сравните концентрации загрязняющих веществ с предельно допустимыми концентрациями (ПДК).

Анализ результатов:

* Определите источник загрязнения (промышленность, транспорт, сельское хозяйство).
* Оцените влияние загрязненных осадков на окружающую среду.

*Пример выполнения: Исследуемая территория - городская территория с развитой промышленностью и интенсивным автомобильным движением.*

*Задачи исследования: Измерение кислотности атмосферных осадков. Определение концентраций сульфатов, нитратов и аммония. Оценка уровня загрязнения осадков.*

*Результаты: Проба №1 (дождь): pH: 4,8 (кислотный дождь). Концентрация SO₄²⁻: 20 мг/л.*

*Концентрация NO₃⁻: 15 мг/л. Концентрация NH₄⁺: 10 мг/л. Проба №2 (фоновая зона):*

*pH: 5,5. Концентрация SO₄²⁻: 5 мг/л. Концентрация NO₃⁻: 3 мг/л. Концентрация NH₄⁺: 2 мг/л.*

*Вывод: Атмосферные осадки в городской зоне характеризуются повышенной кислотностью и содержанием загрязняющих веществ, что связано с выбросами промышленных предприятий и автотранспорта.*

**Контрольные вопросы:**

1. Какие факторы влияют на состав атмосферных осадков?
2. Почему важно измерять кислотность осадков?
3. Какие методы используются для анализа состава осадков?

**Лабораторное занятие №12: Подготовка оборудования и отбор проб снежного покрова**

**Цель работы:** Научиться правильно готовить оборудование, проводить отбор проб снежного покрова и анализировать их для оценки загрязнения окружающей среды.

**Оборудование и материалы:**

1. Снегомерная линейка или снегомерный щуп (для измерения толщины снежного покрова).
2. Чистые полиэтиленовые или стеклянные емкости для хранения проб.
3. Пластиковые или металлические совки для сбора снега.
4. Термометр для измерения температуры снега.
5. pH-метр (для определения кислотности талой воды).
6. Фильтры (для отделения механических примесей).
7. Реактивы для анализа состава (например, индикаторные растворы, стандартные растворы).
8. Перчатки, маска, защитный костюм.
9. Бланки для записи данных.

**Теоретическая часть:**

Снежный покров — это временный слой снега, который накапливается на поверхности земли в холодное время года. Он играет важную роль в экосистемах, так как: задерживает загрязняющие вещества из атмосферы; защищает почву от промерзания; участвует в круговороте воды.

Загрязнение снежного покрова происходит за счет осаждения атмосферных выбросов, таких как:

* Оксиды серы (SOₓ) и азота (NOₓ), которые образуют кислотные соединения.
* Тяжелые металлы (свинец, кадмий, ртуть).
* Механические примеси (пыль, сажа).

Неустойчивые компоненты снежного покрова:

* Кислотность (pH): показывает наличие кислотных соединений.
* Сульфаты (SO₄²⁻): продукты окисления диоксида серы.
* Нитраты (NO₃⁻): продукты окисления оксидов азота.
* Тяжелые металлы: свинец (Pb), кадмий (Cd), ртуть (Hg).

Факторы, влияющие на загрязнение снежного покрова:

* Источники загрязнения: промышленные предприятия, автотранспорт, сельское хозяйство.
* Метеорологические условия: направление ветра, интенсивность осадков.
* Рельеф местности: горы, долины, леса могут влиять на рассеивание загрязняющих веществ.

**Практическая часть:**

1. Подготовка оборудования

Проверка оборудования:

* Убедитесь, что все емкости для проб чистые и не содержат загрязнений.
* Проверьте работоспособность pH-метра и других приборов.
* Подготовьте реактивы для анализа.

Выбор пункта наблюдения:

* Выберите место, удаленное от источников загрязнения (например, дорог, заводов).
* Убедитесь, что участок репрезентативен для исследуемой территории.

Определение параметров исследования:

* Толщина снежного покрова.
* Кислотность талой воды.
* Концентрация сульфатов, нитратов, тяжелых металлов.

2. Отбор проб снежного покрова

* Измерение толщины снежного покрова:
* Используйте снегомерную линейку или щуп для измерения толщины снега.
* Запишите результат.

Сбор проб:

* Разделите снежный покров на слои (верхний, средний, нижний).
* Соберите снег каждого слоя в отдельную емкость, используя чистый совок.
* Зафиксируйте объем собранного снега.

Запись данных:

* Запишите метеорологические условия (температура воздуха, скорость ветра).
* Отметьте координаты пункта наблюдения.

3. Анализ проб

Растопка снега:

* Растопите собранный снег при комнатной температуре.
* Профильтруйте воду для удаления механических примесей.
* Измерение кислотности (pH):
* Используйте pH-метр для определения уровня кислотности.
* Запишите результат.

Определение сульфатов (SO₄²⁻):

* Примените метод титрования или спектрофотометрии.
* Рассчитайте концентрацию сульфатов (в мг/л).

Определение нитратов (NO₃⁻):

* Используйте цветную реакцию с реагентами или спектрофотометр.
* Рассчитайте концентрацию нитратов (в мг/л).

Определение тяжелых металлов (по необходимости):

* Используйте атомно-абсорбционную спектрометрию (AAS).

4. Обработка данных

Внесение данных в таблицу:

* Создайте таблицу с результатами измерений (толщина снега, pH, концентрации SO4²⁻, NO₃⁻, тяжелых металлов).
* Укажите метеорологические условия.

Сравнение с нормативами:

* Сравните значения pH с фоновыми значениями (обычно 5,6–6,5).
* Сравните концентрации загрязняющих веществ с предельно допустимыми концентрациями (ПДК).

Анализ результатов:

* Определите источник загрязнения (промышленность, транспорт, сельское хозяйство).
* Оцените влияние загрязненного снежного покрова на окружающую среду.

*Пример выполнения: Исследуемая территория - городская территория с развитой промышленностью и интенсивным автомобильным движением.*

*Задачи исследования:*

* *Измерение толщины снежного покрова.*
* *Определение кислотности талой воды.*
* *Оценка уровня загрязнения снежного покрова.*

*Результаты: Проба №1 (городская зона): Толщина снежного покрова: 30 см. pH талой воды: 4,7 (кислотный дождь). Концентрация SO₄²⁻: 18 мг/л. Концентрация NO₃⁻: 14 мг/л.*

*Концентрация Pb: 0,05 мг/л. Проба №2 (фоновая зона): Толщина снежного покрова: 25 см.*

*pH талой воды: 5,5. Концентрация SO₄²⁻: 5 мг/л. Концентрация NO₃⁻: 3 мг/л. Концентрация Pb: 0,01 мг/л.*

*Вывод: Снежный покров в городской зоне характеризуется повышенной кислотностью и содержанием загрязняющих веществ, что связано с выбросами промышленных предприятий и автотранспорта.*

**Контрольные вопросы:**

1. Какие факторы влияют на загрязнение снежного покрова?
2. Почему важно разделять снежный покров на слои при отборе проб?
3. Какие методы используются для анализа состава талой воды?

**Лабораторное занятие №13: Определение неустойчивых компонентов в снежном покрове**

**Цель занятия:**

Изучить методы определения неустойчивых компонентов в снежном покрове, которые могут привести к лавинам или другим опасным явлениям. Научиться анализировать структуру снежного покрова, выявлять слабые слои и оценивать их потенциальную опасность.

**Теоретическая часть**

Снежный покров представляет собой многослойную систему, где каждый слой имеет свои физические свойства (плотность, температура, влажность, кристаллическую структуру). Неустойчивость снежного покрова часто связана с наличием слабых слоев, которые могут быть причиной схода лавин. Основные причины образования неустойчивых слоев:

* Наличие слоя с низкой плотностью (например, "пухлого" снега).
* Формирование слоев из игольчатых или крупных кристаллов (например, глубинной изморози).
* Разница температур между слоями.
* Влияние внешних факторов (ветер, осадки, солнечная радиация).

**Оборудование:**

1. Снежный щуп – для измерения толщины слоев снежного покрова.
2. Термометр – для измерения температуры снежного покрова.
3. Лопата – для создания снежного разреза.
4. Линейка/рулетка – для точного измерения толщины слоев.
5. Микроскоп или лупа – для анализа кристаллической структуры снега.
6. Весы – для определения плотности снега.
7. Компас – для определения направления склона.
8. Блокнот и карандаш – для записи данных.
9. Руководство по классификации снежных слоев (международный стандарт).

**Практическая часть**

1. Подготовка площадки. Выберите участок склона, где будет проводиться исследование. Уклон должен быть репрезентативным для данной местности. Очистите поверхность снега от мелких нарушений (следы животных, людей).

2. Создание снежного разреза. Используя лопату, аккуратно вырежьте вертикальный разрез снежного покрова (профиль). Глубина разреза должна соответствовать полной толщине снежного покрова. Убедитесь, что разрез гладкий и ровный, чтобы можно было четко видеть границы между слоями.

3. Анализ слоев.

* Определение толщины слоев: Используйте линейку или рулетку, чтобы измерить толщину каждого слоя. Запишите данные.
* Определение плотности снега: Возьмите пробу снега из каждого слоя, взвесьте ее и рассчитайте плотность по формуле: ρ=Vm​где ρ – плотность, m – масса пробы, V – объем.
* Анализ кристаллической структуры: С помощью лупы или микроскопа изучите структуру снежных кристаллов. Обратите внимание на наличие игольчатых кристаллов, крупных зерен или других признаков слабых слоев.
* Измерение температуры: Поместите термометр в каждый слой и зафиксируйте температуру. Особое внимание уделите перепадам температур между слоями.

4. Тестирование на устойчивость

1) Тест на сжатие (Compression Test):

* Аккуратно надавите на снежный разрез сверху. Отметьте, при каком усилии происходит разрушение слоя.
* Зафиксируйте, какой слой разрушается первым.

2) Тест на сдвиг (Rutschblock Test):

* Вырежьте блок снега размером примерно 1,5 × 1,5 метра.
* Постепенно увеличивайте нагрузку на блок, пока он не начнет сдвигаться.
* Запишите, какой слой стал причиной сдвига.

5. Классификация слоев

Используйте международную классификацию снежных слоев (например, шкалу ECT или CT), чтобы оценить устойчивость каждого слоя.

6. Обработка анализов.

Составьте профиль снежного покрова, указав толщину, плотность, температуру и структуру каждого слоя. Определите слабые слои, которые могут представлять опасность. Проанализируйте результаты тестов на устойчивость. Сделайте вывод о потенциальной лавиноопасности участка.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие факторы влияют на устойчивость снежного покрова?
2. Какие методы используются для определения слабых слоев?
3. Какие типы снежных кристаллов чаще всего связаны с неустойчивостью?
4. Как интерпретировать результаты теста на сжатие?

**Лабораторное занятие №14. Изучение устройства и работы батометров ГР-16 «Барометр-бутылка», ГР-16М «Барометр-бутылка», ГР-18 «Батометр Молчанова»**

**Цель занятия**

Изучить устройство, принцип работы и особенности применения батометров ГР-16, ГР-16М и ГР-18. Научиться проводить отбор проб воды с различных глубин водоемов для последующего анализа.

**Теоретическая часть**

Батометры – это приборы, предназначенные для отбора проб воды с определенных глубин водоемов (озер, рек, морей). Они широко используются в гидрологических, экологических и океанографических исследованиях. Каждый тип батометра имеет свои конструктивные особенности и применяется в зависимости от условий работы и требуемой точности отбора проб.

На занятии будут рассмотрены три типа батометров:

* ГР-16 «Барометр-бутылка» – простой и надежный прибор для отбора проб воды.
* ГР-16М «Барометр-бутылка» – модифицированная версия ГР-16 с улучшенными характеристиками.
* ГР-18 «Батометр Молчанова» – универсальный прибор, позволяющий точно фиксировать глубину отбора пробы.

**Оборудование:**

1. Батометры ГР-16, ГР-16М, ГР-18.
2. Емкости для сбора проб воды.
3. Рулетка или лебедка для погружения батометров.
4. Термометр для измерения температуры воды.
5. Инструкции по эксплуатации приборов.

**Практическая часть**

1. Изучение устройства батометров

ГР-16 «Барометр-бутылка»:

Устройство:

* Стеклянная или пластиковая бутылка объемом 1–5 литров.
* Металлическая рама для защиты бутылки.
* Захватывающие механизмы (зажимы) для герметичного закрытия пробоотборника.
* Веревка или трос для погружения.

Принцип работы:

* Прибор погружается в воду в вертикальном положении с открытыми зажимами.
* На заданной глубине зажимы автоматически закрываются под действием груза или механического устройства, предотвращая попадание воды из других слоев.

ГР-16М «Барометр-бутылка»:

Отличия от ГР-16:

* Усиленная конструкция для работы на больших глубинах.
* Дополнительные элементы для более точного управления механизмом закрытия.
* Возможность использования в условиях повышенного давления.

ГР-18 «Батометр Молчанова»:

Устройство:

* Цилиндрический корпус с двумя клапанами (верхним и нижним).
* Механизм управления клапанами для точного отбора пробы.
* Шкала для измерения глубины погружения.

Принцип работы:

* Прибор погружается в воду с открытыми клапанами.
* На заданной глубине клапаны закрываются, фиксируя пробу воды.
* Глубина отбора фиксируется с помощью шкалы или внешнего датчика.

2. Подготовка к работе

* Проверьте целостность батометров и их комплектацию.
* Определите глубину отбора проб.
* Подготовьте емкости для хранения проб воды.
* Убедитесь, что термометр готов к измерению температуры воды.

3. Проведение отбора проб

ГР-16 и ГР-16М:

* Закрепите батометр на тросе или веревке.
* Откройте зажимы и погрузите прибор в воду до заданной глубины.
* После достижения глубины дайте сигнал для закрытия зажимов.
* Извлеките батометр и перелейте воду в подготовленную емкость.
* Измерьте температуру воды.

ГР-18:

* Установите батометр на тросе.
* Погрузите прибор в воду с открытыми клапанами.
* На заданной глубине активируйте механизм закрытия клапанов.
* Извлеките прибор, зафиксируйте глубину и температуру.
* Перелейте воду в емкость для анализа.

4. Анализ результатов

**Контрольные вопросы:**

1. Какие задачи решаются с помощью батометров?
2. В чем отличие ГР-16 от ГР-16М?
3. Как работает механизм закрытия клапанов в батометре Молчанова?
4. Какие факторы влияют на точность отбора проб воды?

**Лабораторное занятие №15. Изучение устройства и работы пробоотборников донных отложений.**

**Цель занятия:**

Изучить устройство, принцип работы и особенности применения различных типов пробоотборников донных отложений. Научиться проводить отбор проб грунта с дна водоемов для последующего анализа.

**Теоретическая часть**

Пробоотборники донных отложений – это приборы, предназначенные для извлечения образцов грунта (ил, песок, глина) с дна водоемов (озер, рек, морей). Они широко используются в экологических, гидрологических и океанографических исследованиях для оценки загрязнения донных отложений, изучения их состава и структуры.

На занятии будут рассмотрены основные типы пробоотборников:

* Гравитационный пробоотборник – простой и надежный прибор для мягких грунтов.
* Пробоотборник типа "Ван-Вин" – универсальный прибор для получения ненарушенных образцов.
* Штанговый пробоотборник – используется для забора проб на небольших глубинах или в условиях ограниченного пространства.

**Оборудование:**

1. Гравитационный пробоотборник.
2. Пробоотборник типа "Ван-Вин".
3. Штанговый пробоотборник.
4. Емкости для хранения проб грунта.
5. Рулетка или лебедка для погружения пробоотборников.
6. Инструкции по эксплуатации приборов.

**Практическая часть**

1. Изучение устройства пробоотборников

Гравитационный пробоотборник:

Устройство:

* Металлический корпус с заостренным краем для проникновения в грунт.
* Груз для увеличения массы и обеспечения погружения.
* Открытый верх для сбора грунта.

Принцип работы:

* Прибор погружается в воду под действием силы тяжести.
* Заостренный край проникает в донные отложения.
* После извлечения пробоотборника грунт остается внутри корпуса.

Пробоотборник типа "Ван-Вин":

Устройство:

* Двухстворчатая конструкция с режущими кромками.
* Пружинный механизм для закрытия створок.
* Трос или штанга для управления.

Принцип работы:

* Прибор погружается в воду с открытыми створками.
* На дне створки закрываются, фиксируя ненарушенный образец грунта.
* Извлекается прибор с пробой.

Штанговый пробоотборник:

Устройство:

* Цилиндрическая трубка с режущим краем.
* Штанги для регулирования глубины погружения.
* Механизм для извлечения грунта.

Принцип работы:

* Трубка вдавливается в грунт с помощью штанг.
* После погружения грунт извлекается вместе с трубкой.
* Проба выталкивается из трубки для анализа.

2. Подготовка к работе

* Проверьте целостность пробоотборников и их комплектацию.
* Определите место отбора проб (координаты, глубина).
* Подготовьте емкости для хранения проб грунта.
* Убедитесь, что оборудование для погружения (лебедка, штанги) готово к использованию.

3. Проведение отбора проб

Гравитационный пробоотборник:

* Закрепите пробоотборник на тросе.
* Погрузите прибор в воду до контакта с дном.
* После извлечения перенесите грунт в подготовленную емкость.
* Зафиксируйте координаты и глубину отбора.

Пробоотборник типа "Ван-Вин":

* Закрепите прибор на тросе.
* Погрузите его в воду с открытыми створками.
* После достижения дна активируйте механизм закрытия створок.
* Извлеките прибор и перенесите пробу в емкость.

Штанговый пробоотборник:

* Установите трубку на штангу.
* Погрузите трубку в грунт с помощью штанг.
* После извлечения вытолкните пробу из трубки в емкость.

4. Анализ результатов

**Контрольные вопросы:**

1. Какие задачи решаются с помощью пробоотборников донных отложений?
2. В чем отличие гравитационного пробоотборника от пробоотборника "Ван-Вин"?
3. Как работает механизм закрытия створок в пробоотборнике "Ван-Вин"?
4. Какие факторы влияют на качество отбора проб грунта?

**Лабораторное занятие №16. Выбор места наблюдений на реке (озере), назначение створов**

**Цель занятия**

Научиться выбирать оптимальные места для проведения гидрологических и экологических наблюдений на реках и озерах. Освоить методику назначения створов, обеспечивающих репрезентативность данных.

**Теоретическая часть**

Створы – это условные линии поперек водного объекта (реки, озера), вдоль которых проводятся измерения гидрологических, гидрохимических и гидробиологических параметров. Правильный выбор мест наблюдений и расположение створов критически важны для получения достоверных данных, которые отражают состояние водного объекта.

* Критерии выбора мест наблюдений.
* Методика размещения створов.
* Особенности работы на реках и озерах.

**Оборудование:**

1. Топографические карты или схемы водного объекта.
2. GPS-навигатор или приложение для определения координат.
3. Рулетка или дальномер для измерения расстояний.
4. Блокнот и карандаш для записи данных.

**Практическая часть**

1. Анализ водного объекта

Перед выбором места наблюдений необходимо изучить характеристики реки или озера:

* Гидрология: Скорость течения, глубина, ширина русла, наличие притоков.
* Экология: Уровень загрязнения, источники антропогенного воздействия (промышленные, сельскохозяйственные, бытовые стоки).
* Морфология: Рельеф берегов, характер дна (песчаный, илистый, каменистый).
* Инфраструктура: Расположение населенных пунктов, дорог, мостов.

2. Критерии выбора места наблюдений

При выборе места наблюдений учитываются следующие факторы:

* Репрезентативность: участок должен быть типичным для данного водного объекта; избегайте зон с аномальными условиями (например, близость к устью, порогам или плотинам).
* Доступность: место должно быть удобным для подхода и проведения измерений.
* Безопасность: исключите участки с высокой скоростью течения, обрывами или другими опасными условиями.
* Учет антропогенного воздействия: если цель исследования – оценка загрязнения, выбирайте места выше и ниже источников загрязнения.

3. Назначение створов

Для рек:

Фоновый створ:

* Располагается выше источников загрязнения (например, выше населенных пунктов или промышленных предприятий).
* Характеризует естественное состояние реки.

Контрольный створ:

* Располагается ниже источников загрязнения.
* Позволяет оценить влияние антропогенных факторов.

Устьевой створ:

* Располагается вблизи устья реки.
* Характеризует качество воды перед ее поступлением в другой водный объект (реку, озеро, море).

Промежуточные створы размещаются между фоновым и контрольным створами для детального анализа изменений.

Для озер:

Центральный створ:

* Располагается в самой глубокой части озера.
* Характеризует общее состояние водоема.

Прибрежные створы:

* Располагаются вдоль береговой линии.
* Позволяют оценить влияние прибрежной инфраструктуры.

Входной и выходной створы:

* Располагаются в местах впадения и вытекания рек.
* Характеризуют обмен веществом между озером и внешними источниками.

4. Разметка створов

* Определите координаты створов с помощью GPS-навигатора.
* Зафиксируйте их положение на карте или схеме.
* Убедитесь, что створы перпендикулярны направлению течения (для рек) или оси водоема (для озер).
* Закрепите метки на берегу (например, флажки, столбы) для удобства повторных измерений.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие факторы учитываются при выборе места наблюдений?
2. Что такое створ и какова его роль в гидрологических исследованиях?
3. Какие типы створов используются для рек? Для озер?
4. Почему важно располагать створы перпендикулярно течению?

**Лабораторное занятие №17. Проведение комплекса гидрохимических наблюдений на реке и в створе наблюдений пункта контроля**

**Цель занятия:**

Научиться проводить комплекс гидрохимических наблюдений на реке, включая отбор проб воды, измерение физико-химических параметров и документирование результатов. Освоить методику работы в створе наблюдений пункта контроля.

**Теоретическая часть**

Гидрохимические наблюдения – это важный мониторинга состояния водных объектов. Они позволяют оценить качество воды, выявить источники загрязнения и определить степень антропогенного воздействия. Работа проводится в рамках заданного створа наблюдений, который обеспечивает репрезентативность данных.

Основные параметры, измеряемые при гидрохимических наблюдениях:

Физические характеристики:

* Температура воды.
* Прозрачность (мутность).
* Цветность.

Химические показатели:

* pH (водородный показатель).
* Концентрация растворенного кислорода.
* Содержание биогенных веществ (нитраты, фосфаты, аммоний).
* Концентрация загрязняющих веществ (тяжелые металлы, нефтепродукты).

Биологические показатели - присутствие микроорганизмов (например, колиформные бактерии).

**Оборудование:**

1. Термометр или мультипараметрический зонд для измерения температуры, pH, концентрации кислорода.
2. Диск Секки для определения прозрачности.
3. Колориметр для измерения цветности.
4. Батометры для отбора проб воды с различных глубин.
5. Емкости для хранения проб (пластиковые или стеклянные бутылки).
6. Наборы для экспресс-анализа (например, тесты на нитраты, фосфаты).

**Практическая часть**

1. Подготовка к работе

* Определение створа наблюдений:
* Убедитесь, что створ выбран в соответствии с требованиями (перпендикулярно течению, репрезентативность).
* Зафиксируйте координаты створа с помощью GPS.
* Проверьте работоспособность приборов.
* Подготовьте емкости для проб, маркировочные этикетки.
* Определите список параметров, которые необходимо измерить.
* Распределите обязанности между участниками группы.

2. Измерение физических характеристик

Температура воды:

* Используйте термометр или мультипараметрический зонд.
* Замеры проводите на поверхности и на различных глубинах.

Прозрачность:

* Опустите диск Секки в воду до исчезновения видимости.
* Зафиксируйте глубину видимости (в метрах).

Цветность: отберите пробу воды и измерьте цветность с помощью колориметра или визуально сравните с эталонными образцами.

3. Отбор проб воды

Выбор точек отбора:

* На створе выберите несколько точек (например, у берегов и в центре потока).
* Учитывайте вертикальное распределение (поверхность, середина, дно).

Отбор проб:

* Используйте батометр для забора воды с заданной глубины.
* Перелейте воду в чистые емкости, закройте крышками и пометьте этикетками (указав дату, время, место и глубину отбора).

Хранение проб:

* Пробы для анализа биогенных веществ и растворенного кислорода должны быть проанализированы в течение нескольких часов.
* Для длительного хранения добавьте консерванты (например, серную кислоту для проб на нитраты).

4. Измерение химических показателей.

* pH: измерьте с помощью портативного pH-метра или тест-полосок.
* Концентрация растворенного кислорода: используйте кислородный зонд или метод Винклера.
* Биогенные вещества: проведите экспресс-анализ на содержание нитратов, фосфатов и аммония с помощью тест-систем.
* Загрязняющие вещества: отберите пробы для лабораторного анализа тяжелых металлов, нефтепродуктов и других загрязнителей.

5. Анализ результатов.

На основе проведенных наблюдений сделайте вывод о состоянии воды в исследуемом створе.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие параметры измеряются при гидрохимических наблюдениях?
2. Как правильно выбрать точки отбора проб в створе?
3. Почему важно измерять параметры на разных глубинах?
4. Какие методы используются для анализа растворенного кислорода?

**Лабораторное занятие №18. Установление градуировочной характеристики для определения СПАВ, фенола и формальдегида в воде**

**Цель занятия:**

Научиться устанавливать градуировочную характеристику для количественного определения поверхностно-активных веществ (СПАВ), фенола и формальдегида в пробах воды. Освоить методику калибровки приборов и расчета концентраций загрязняющих веществ.

**Теоретическая часть**

Градуировочная характеристика – это зависимость между аналитическим сигналом (например, оптической плотностью, электрическим сигналом) и концентрацией определяемого вещества. Она используется для построения калибровочного графика, который позволяет определять концентрации веществ в исследуемых пробах.

На занятии будут рассмотрены методы установления градуировочной характеристики для следующих загрязняющих веществ:

* СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества): часто встречаются в сточных водах.
* Фенол: токсичное вещество, образующееся в результате промышленной деятельности.
* Формальдегид: канцероген, попадающий в воду из различных источников.

Методы анализа:

* Спектрофотометрия (для СПАВ и фенола).
* Фотоколориметрия или хроматография (для формальдегида).

**Оборудование и материалы:**

1. Спектрофотометр или фотоколориметр.
2. Мерная посуда (колбы, пипетки, мерные цилиндры).
3. pH-метр (при необходимости).
4. Стандартные растворы СПАВ, фенола и формальдегида с известными концентрациями.
5. Реактивы для проведения реакций (например, реагенты для фотометрического определения).

**Ход работы:**

1. Подготовка стандартных растворов

Приготовление растворов: Разведите исходный стандартный раствор до нескольких рабочих концентраций (например, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0 мг/л). Для каждого вещества (СПАВ, фенол, формальдегид) приготовьте серию растворов.

Контрольный раствор: Приготовьте раствор без целевого вещества (фоновый раствор) для учета влияния примесей.

2. Измерение аналитического сигнала

Спектрофотометрия:

* Налейте раствор в кювету.
* Установите длину волны, соответствующую максимуму поглощения для каждого вещества:
* Измерьте оптическую плотность (A) для каждого раствора.

3. Построение градуировочного графика.

* Отложите концентрацию (C) по оси абсцисс (X), а аналитический сигнал (A) по оси ординат (Y).
* Постройте график зависимости A=f(C).
* Убедитесь, что зависимость линейна (коэффициент корреляции R2≥0.99).

4. Определение концентрации в пробах

* Отберите исследуемую пробу воды.
* Проведите анализ аналогично стандартным растворам и измерьте аналитический сигнал.
* Расчет концентрации:
* Используйте уравнение градуировочной характеристики: Cпроба=kAпроба−b.

Контрольные вопросы:

1. Что такое градуировочная характеристика?
2. Как строится градуировочный график?
3. Какие факторы могут повлиять на точность анализа?
4. Как использовать уравнение градуировочной характеристики для расчета концентрации?

**Лабораторное занятие №19: Определение концентрации нефтепродуктов, летучих фенолов, нитратов, нитритов и других компонентов в воде.**

**Цель занятия:**

Научиться определять концентрацию загрязняющих веществ (нефтепродуктов, летучих фенолов, нитратов, нитритов и других компонентов) в пробах воды с использованием современных аналитических методов. Освоить методику отбора проб, подготовки растворов и проведения измерений.

**Теоретическая часть**

Определение концентраций загрязняющих веществ в воде является важной частью экологического мониторинга. Загрязнители, такие как нефтепродукты, летучие фенолы, нитраты, нитриты, могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека. Для их определения используются различные методы анализа, включая:

* Спектрофотометрия (для нитратов, нитритов, летучих фенолов).
* Гравиметрический метод или инфракрасная спектроскопия (для нефтепродуктов).
* Хроматография (для сложных смесей).

**Оборудование и материалы:**

1. Спектрофотометр или фотоколориметр.
2. Гравиметрические весы (для нефтепродуктов).
3. Хроматограф (при необходимости).
4. Реактивы для определения нитратов, нитритов, летучих фенолов (например, сульфаниловая кислота, азотистая кислота).
5. Экстрагирующие растворители (например, гексан для нефтепродуктов).
6. Батометры для отбора проб воды.

**Ход работы:**

1. Отбор проб воды

* Отберите пробы в ключевых точках (например, выше и ниже источников загрязнения).
* Убедитесь, что проба репрезентативна для исследуемого участка.
* Перелейте воду в чистые емкости.
* Добавьте консерванты, если анализ не может быть проведен сразу (например, серную кислоту для нитратов).

2. Определение концентрации загрязняющих веществ

-Нефтепродукты:

* Используйте гравиметрический метод или инфракрасную спектроскопию.
* Пробу воды экстрагируйте органическим растворителем (например, гексаном).
* Упарьте растворитель, взвесьте остаток на гравиметрических весах.

Расчет концентрации: C = V m​, где:

C – концентрация нефтепродуктов (мг/л),

m – масса остатка (мг),

V – объем пробы воды (л).

-Летучие фенолы:

* Используйте спектрофотометрический метод.
* Добавьте реактив (например, 4-аминоантипиридин) для образования окрашенного соединения.
* Измерьте оптическую плотность (A) при длине волны ~500 нм.

Расчет концентрации: используйте градуировочный график или уравнение: C=kA−b​, где k и b – параметры градуировочной характеристики.

-Нитраты и нитриты:

* Для нитратов: используйте реакцию с салициловой кислотой.
* Для нитритов: используйте реакцию с сульфаниловой кислотой и N-(1-нафтил)этилендиамином.
* Измерьте оптическую плотность (A) при соответствующей длине волны (~540 нм для нитритов).

Расчет концентрации: аналогично летучим фенолам, используйте градуировочный график.

3. Анализ результатов

Запишите данные в таблицу. Укажите, какие вещества превышают предельно допустимые концентрации (ПДК). Определите возможные источники загрязнения. Предложите рекомендации по снижению уровня загрязнения (например, очистка сточных вод, ограничение сбросов).

Контрольные вопросы:

1. Какие методы используются для определения нефтепродуктов?
2. Как проводится спектрофотометрический анализ нитратов и нитритов?
3. Что такое ПДК и как она используется при оценке качества воды?
4. Какие факторы могут повлиять на точность анализа?

**Лабораторное занятие №20: Изучение устройства и работы морского батометра БМ-48.**

**Цель работы:**

Изучить устройство и принцип действия морского батометра БМ-48. Освоить методику использования батометра для отбора проб воды с различных глубин. Научиться проводить анализ полученных данных.

**Теоретическая часть**

1. Что такое морской батометр? Морской батометр — это прибор, предназначенный для отбора проб воды с различных глубин в морях и океанах. Он широко используется в океанографических исследованиях для изучения физико-химических свойств воды (температуры, солености, плотности, содержания растворенных веществ и т.д.).

2. Устройство батометра БМ-48:

* Корпус: металлическая труба с крышками на концах, герметично закрывающимися во время погружения.
* Клапаны: расположены на обоих концах корпуса, открываются при погружении и закрываются при заполнении батометра водой.
* Термометр: установлен внутри корпуса для измерения температуры воды на заданной глубине.
* Устройство управления клапанами: механический механизм, обеспечивающий автоматическое закрытие клапанов при достижении нужной глубины.
* Тросовое крепление: служит для соединения батометра с судовым оборудованием.

3. Принцип работы:

* При погружении батометра клапаны открываются, и вода свободно поступает внутрь корпуса.
* На заданной глубине клапаны автоматически закрываются, герметизируя пробу воды.
* После подъема батометра на поверхность проба воды сохраняет свойства, соответствующие условиям на глубине отбора.

4. Области применения:

* Исследование вертикального распределения температуры и солености.
* Изучение загрязнений морской воды.
* Анализ химического состава воды на различных глубинах.

**Оборудование и материалы:**

1. Морской батометр БМ-48.
2. Трос или кабель для спуска батометра.
3. Весы для измерения массы отобранной пробы.
4. Мерный цилиндр для определения объема воды.
5. Судовой кран или лебедка для спуска и подъема батометра.

**Ход работы.**

1. Подготовка к работе:

* Проверьте исправность батометра: убедитесь, что корпус герметичен, клапаны движутся свободно, термометр работает корректно.
* Закрепите батометр на тросе или кабеле.
* Определите глубину, на которой будет производиться отбор пробы.

2. Процесс отбора пробы:

* Опустите батометр в воду, используя лебедку или судовой кран.
* Контролируйте глубину погружения с помощью маркировки на тросе.
* После достижения заданной глубины дождитесь закрытия клапанов (процесс автоматический).
* Медленно поднимите батометр на поверхность.

3. Анализ отобранной пробы:

* Откройте корпус батометра и перелейте воду в мерный цилиндр.
* Измерьте объем воды.
* Определите температуру воды по показаниям термометра.
* Если необходимо, проведите дополнительные анализы (например, измерение солености или pH).

4. Запишите результаты в таблицу.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Каково назначение морского батометра?
2. Какие основные части входят в конструкцию батометра БМ-48?
3. Как происходит процесс отбора пробы воды?
4. Почему важно контролировать герметичность батометра?
5. Какие параметры воды можно измерить с помощью батометра?

**Лабораторное занятие №21:Отбор проб воды на реке на радиоактивные вещества и предварительная обработка проб перед отправкой в лабораторию.**

**Цель работы:**

Изучить методику отбора проб воды для анализа на содержание радиоактивных веществ.

Освоить правила предварительной обработки проб перед отправкой в лабораторию. Обеспечить корректность и достоверность результатов анализа.

**Теоретическая часть**

1. Особенности отбора проб воды на радиоактивные вещества:

* Радиоактивные вещества могут находиться в воде в растворенном состоянии, в виде взвешенных частиц или осадка.
* Для точного анализа важно соблюдать правила отбора, хранения и транспортировки проб.
* Пробы должны быть защищены от внешнего загрязнения и потери радионуклидов.

2. Основные работы:

* Подготовка оборудования и средств защиты.
* Отбор проб воды с учетом требований к глубине, месту и времени.
* Предварительная обработка проб (фильтрация, консервация).
* Маркировка и упаковка проб для транспортировки.

3. Важные требования:

* Пробоотборники должны быть изготовлены из материалов, не влияющих на результат анализа (стекло, полиэтилен высокой плотности).
* Все операции проводятся в защитной одежде для минимизации риска облучения.
* Пробы должны быть доставлены в лабораторию в максимально короткие сроки.

**Оборудование и материалы:**

1. Пробоотборники (пластиковые или стеклянные емкости объемом 1–5 литров, предварительно очищенные и проверенные на загрязнение).
2. Средства защиты (перчатки, маска, защитный костюм).
3. Маркировочные этикетки и водостойкий маркер.
4. Термометр для измерения температуры воды.
5. pH-метр или тест-полоски для определения кислотности воды.
6. Фильтры (при необходимости) для отделения взвешенных частиц.
7. Консерванты (например, азотная кислота) для стабилизации пробы.
8. Устройство для фиксации глубины отбора (если требуется).
9. Упаковочный материал (герметичные пакеты, контейнеры).

**Ход работы.**

1. Подготовка к отбору проб:

Проверьте чистоту пробоотборников. Они должны быть предварительно вымыты дистиллированной водой и высушены. Наденьте средства защиты: перчатки, маску, защитный костюм. Подготовьте маркировочные этикетки с указанием места, времени и условий отбора.

2. Отбор проб воды:

Выберите место отбора проб:

* На поверхности реки.
* На различной глубине (если требуется).
* Вблизи берега или в центральной части русла.

Опустите пробоотборник в воду, следя за тем, чтобы он наполнился полностью. Закройте пробоотборник и аккуратно извлеките его из воды. Зафиксируйте температуру и pH воды в месте отбора.

3. Предварительная обработка проб:

При необходимости профильтруйте пробу через мембранный фильтр для отделения взвешенных частиц. Добавьте консервант (например, 1–2 мл азотной кислоты на 1 литр воды) для предотвращения изменения состава пробы. Закройте емкость герметично, чтобы исключить испарение или загрязнение.

4. Маркировка и упаковка проб:

На каждой емкости укажите:

* Дату и время отбора.
* Место отбора (координаты или описание).
* Температуру и pH воды.
* Количество добавленного консерванта.

Поместите пробоотборники в герметичные пакеты или контейнеры. Упакуйте пробы так, чтобы они не могли разбиться или протечь во время транспортировки.

5. Транспортировка проб:

Перевозите пробы в специальных контейнерах, защищающих их от света, вибрации и механических повреждений. Доставьте пробы в лабораторию как можно быстрее (желательно в течение 24–48 часов).

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Какие факторы могут повлиять на точность анализа радиоактивных веществ в пробах воды?
2. Почему важно использовать консерванты при подготовке проб?
3. Какие параметры воды необходимо зафиксировать при отборе проб?
4. Какие меры безопасности следует соблюдать при работе с пробами воды на радиоактивность?
5. Как правильно маркировать и упаковывать пробы для транспортировки?

**Лабораторное занятие №22: Изучение устройства и принципа работы пробоотборников почвы.**

**Цель работы:**

Изучить устройство и принцип действия различных типов пробоотборников почвы. Освоить методику отбора почвенных проб с использованием пробоотборников. Научиться правильно обрабатывать и маркировать отобранные пробы для дальнейшего анализа.

**Теоретическая часть.**

1. Что такое пробоотборник почвы?

Пробоотборник почвы — это инструмент, предназначенный для отбора образцов почвы с определенной глубины и структуры. Он используется в экологических, агрономических и геологических исследованиях для анализа физико-химических свойств почвы.

2. Устройство пробоотборников:

Различают несколько типов пробоотборников, каждый из которых имеет свои особенности:

* Ручной пробоотборник: простой инструмент, состоящий из металлической трубки с ручкой. Подходит для мягких и рыхлых почв.
* Механический пробоотборник: оснащен механизмом для облегчения забора проб из плотных почв.
* Бур: используется для отбора проб на большую глубину (до 1–2 метров). Состоит из спиралевидного наконечника и удлинителей.
* Трубчатый пробоотборник: позволяет получить ненарушенный образец почвы в виде цилиндра.

3. Принцип работы:

Пробоотборник вводится в почву путем вращения или вдавливания. После достижения нужной глубины прибор извлекается вместе с образцом почвы. Проба аккуратно извлекается из пробоотборника и помещается в контейнер для хранения.

4. Области применения: Анализ плодородия почвы (определение содержания питательных веществ). Исследование загрязнений почвы (тяжелые металлы, радионуклиды, нефтепродукты). Изучение структуры и состава почвы.

**Оборудование и материалы:**

1. Пробоотборники почвы различных типов (ручные, механические, буры, трубчатые).
2. Защитные перчатки.
3. Мерные линейки или рулетка.
4. Пластиковые пакеты или контейнеры для хранения проб.
5. Маркировочные этикетки и водостойкий маркер.
6. Чистый стол или поддон для подготовки проб.

**Ход работы.**

1. Подготовка к работе:

* Проверьте исправность пробоотборников: убедитесь, что они чистые, без повреждений.
* Наденьте защитные перчатки.
* Подготовьте пластиковые пакеты или контейнеры для хранения проб.
* Определите место и глубину отбора проб.

2. Процесс отбора проб:

* Выберите точку отбора и очистите поверхность почвы от мусора и растительности.
* Введите пробоотборник в почву, вращая его или вдавливая до нужной глубины.
* Извлеките пробоотборник и аккуратно извлеките образец почвы.
* Переложите пробу в пластиковый пакет или контейнер.

3. Обработка и маркировка проб:

* Убедитесь, что каждая проба маркирована:
* Дата и время отбора.
* Место отбора (координаты или описание).
* Глубина отбора.
* Тип почвы (если известен).
* Запишите параметры в блокнот или журнал.

4. Хранение и транспортировка проб: храните пробы в прохладном месте, защищенном от света. При необходимости отправьте пробы в лабораторию как можно быстрее.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Какие типы пробоотборников почвы существуют?
2. Как выбрать пробоотборник для конкретного типа почвы?
3. Какие параметры необходимо фиксировать при отборе проб?
4. Почему важно соблюдать правила маркировки и хранения проб?
5. Какие факторы могут повлиять на качество отобранных проб?

**Лабораторное занятие №23: Назначение пробных площадок на обследуемом участке, отбор почвенных проб, составление смешанного образца.**

**Цель работы:**

Изучить методику назначения пробных площадок на обследуемом участке. Освоить технику отбора почвенных проб с использованием пробоотборников. Научиться составлять смешанный образец из отобранных проб для анализа.

**Теоретическая часть**

1. Назначение пробных площадок:

Пробные площадки — это специально выбранные участки на территории, где проводится отбор почвенных проб. Они позволяют получить репрезентативную (представительную) выборку для анализа свойств почвы.

2. Методика размещения пробных площадок:

* Равномерное размещение: площадки распределяются равномерно по всей территории участка.
* Систематическое размещение: площадки располагаются через равные интервалы (например, по сетке 10×10 м или 20×20 м).
* Случайное размещение: точки отбора выбираются случайным образом (например, с помощью генератора случайных чисел).
* Целенаправленное размещение: площадки размещаются в местах с предполагаемыми особенностями почвы (например, у склонов, возле источников загрязнения).

3. Отбор почвенных проб: Пробы отбираются с определенной глубины (например, 0–20 см для пахотного слоя или до 1 м для исследования профиля почвы). Используются пробоотборники для получения ненарушенных образцов. Каждая проба маркируется с указанием места, глубины и времени отбора.

4. Составление смешанного образца: Смешанный образец (или усредненный образец) создается путем объединения нескольких проб с одной пробной площадки или с нескольких площадок. Это позволяет получить репрезентативный образец для анализа.

**Оборудование и материалы:**

1. Пробоотборники почвы (ручные или механические).
2. Защитные перчатки.
3. Пластиковые пакеты или контейнеры для хранения проб.
4. Мерная линейка или рулетка.
5. Маркировочные этикетки и водостойкий маркер.
6. Чистый стол или поддон для подготовки проб.
7. Карта или план обследуемого участка.
8. Блокнот и карандаш для записи данных.

**Практическая часть**

1. Подготовка к работе: Изучите карту или план обследуемого участка. Определите количество и расположение пробных площадок (например, 5–10 точек в зависимости от размера участка). Подготовьте оборудование и материалы: пробоотборники, контейнеры, маркировочные этикетки.

2. Назначение пробных площадок: Разместите пробные площадки на участке согласно выбранной методике (равномерное, систематическое или случайное размещение).

Зафиксируйте координаты каждой площадки (можно использовать GPS-устройство или ориентиры на местности).

3. Отбор почвенных проб: На каждой пробной площадке выполните следующие действия:

Очистите поверхность почвы от мусора и растительности. Введите пробоотборник в почву на заданную глубину (например, 0–20 см). Извлеките пробу и поместите ее в отдельный контейнер. Зафиксируйте параметры пробы (глубина, внешний вид почвы, предполагаемые особенности).

4. Составление смешанного образца: Соедините пробы с одной пробной площадки или с нескольких площадок в один контейнер. Перемешайте почву тщательно, чтобы обеспечить равномерное распределение компонентов. Отберите часть смешанного образца (например, 0,5–1 кг) для анализа. Поместите смешанный образец в чистый контейнер и маркируйте его:

* Дата и время отбора.
* Место (координаты или описание участка).
* Глубина отбора.
* Тип почвы (если известен).

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Какие методы размещения пробных площадок существуют?
2. Почему важно правильно выбрать количество и расположение пробных площадок?
3. Какова цель составления смешанного образца?
4. Какие параметры необходимо фиксировать при отборе проб?
5. Какие факторы могут повлиять на качество отобранных проб?

**Лабораторное занятие №24: Определение концентрации тяжелых металлов (Pb, Cu, Zn и др.) в пробе почвы.**

**Цель работы.**

Изучить методику определения концентрации тяжелых металлов (свинец (Pb), медь (Cu), цинк (Zn) и др.) в пробах почвы. Освоить основные ы подготовки пробы для анализа. Научиться интерпретировать результаты анализа.

**Теоретическая часть.**

1. Тяжелые металлы в почве: тяжелые металлы (например, свинец (Pb), медь (Cu), цинк (Zn), кадмий (Cd), никель (Ni)) могут накапливаться в почве в результате антропогенного загрязнения (промышленность, сельское хозяйство, транспорт). Их высокая концентрация может быть токсичной для растений, животных и человека.

2. Методы определения тяжелых металлов:

* Атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС): наиболее распространенный метод для определения концентрации металлов. Позволяет измерять содержание элементов с высокой точностью.
* Индуктивно-связанная плазма с масс-спектрометрией (ICP-MS): более чувствительный метод, используемый для анализа следовых количеств металлов.
* Химические методы: включают использование реагентов для выявления металлов по окраске раствора.

3. Этапы анализа:

1. Высушивание и измельчение почвы.
2. Минерализация (разрушение органических веществ кислотами).
3. Приготовление раствора для анализа.
4. Калибровка прибора с использованием стандартных растворов.
5. Измерение концентрации металлов.
6. Интерпретация результатов.

**Оборудование и материалы:**

1. Проба почвы (предварительно подготовленная).
2. Аналитические весы.
3. Кислоты для минерализации (азотная кислота HNO₃, соляная кислота HCl).
4. Пробирки или колбы для минерализации.
5. Спектрофотометр или атомно-абсорбционный спектрометр (ААС).
6. Фильтры и фильтровальная установка.
7. Дистиллированная вода.
8. Стандартные растворы металлов (для калибровки прибора).

**Ход работы.**

1. Подготовка пробы почвы:

* Взять 10–20 граммов почвы из смешанного образца.
* Высушить почву при температуре 40–60 °C до постоянной массы.
* Измельчить почву в ступке до однородного состояния.
* Отвесить точно 1 грамм почвы на аналитических весах.

2. Минерализация пробы:

* Поместить отвешенную почву в пробирку или колбу.
* Добавить 5–10 мл концентрированной азотной кислоты (HNO₃) и нагреть на плитке до полного разрушения органических веществ (до получения прозрачного раствора).
* Если необходимо, добавить немного соляной кислоты (HCl) для завершения реакции.
* Профильтровать раствор через фильтр в чистую колбу.
* Довести объем раствора до 50 мл дистиллированной водой.

3. Калибровка прибора: приготовить серию стандартных растворов металлов (например, Pb, Cu, Zn) с известными концентрациями (например, 0,1; 0,5; 1,0; 5,0 мг/л). Провести калибровку спектрофотометра или ААС, используя стандартные растворы.

4. Измерение концентрации металлов: ввести раствор пробы в прибор. Измерить концентрацию каждого металла (Pb, Cu, Zn и др.) по калибровочной кривой. Записать полученные данные.

5. Расчет концентрации металлов в почве:

Концентрацию металла в почве рассчитывают по формуле: C=mC раствора ⋅V, где:

C — концентрация металла в почве, мг/кг;

C раствора — концентрация металла в растворе, мг/л;

V — общий объем раствора после минерализации, мл;

m — масса почвы, взятая для анализа, г.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Какие тяжелые металлы чаще всего встречаются в почве?
2. Почему важно определять концентрацию тяжелых металлов в почве?
3. Какие методы используются для анализа тяжелых металлов?
4. Что такое минерализация и зачем она нужна?
5. Как проводится калибровка прибора?

**Лабораторное занятие №25: Определение пестицидов в пробе почвы.**

**Цель работы:**

Изучить методику определения содержания пестицидов в пробах почвы. Освоить основные ы подготовки пробы для анализа. Научиться интерпретировать результаты анализа.

**Теоретическая часть**

1. Пестициды и их влияние на окружающую среду. Пестициды — это химические вещества, используемые для защиты растений от вредителей, сорняков и болезней. Однако они могут накапливаться в почве, попадать в воду и пищевые цепи, оказывая токсическое воздействие на экосистемы и здоровье человека.

2. Методы определения пестицидов:

* Газовая хроматография (ГХ): используется для анализа летучих соединений. В сочетании с масс-спектрометрией (ГХ-МС) позволяет точно идентифицировать и количественно определять пестициды.
* Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ): применяется для анализа менее летучих соединений. Также может быть объединена с масс-спектрометрией (ВЭЖХ-МС).
* Иммунохимические методы: используются для быстрого скрининга, но менее точны по сравнению с хроматографическими методами.

Подготовка пробы:

* Высушивание и измельчение почвы.
* Экстракция пестицидов органическими растворителями.
* Очистка экстракта:
* Удаление примесей (например, методом твердофазной экстракции).
* Калибровка прибора с использованием стандартных растворов пестицидов.
* Анализ образца на хроматографической системе.
* Интерпретация результатов.

**Оборудование и материалы:**

1. Проба почвы (предварительно подготовленная).
2. Аналитические весы.
3. Экстракционные растворители (например, ацетон, гексан, метанол).
4. Фильтровальная установка и фильтры.
5. Хроматографическая система (газовая хроматография (ГХ) или высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ)).
6. Детектор (масс-спектрометрический или спектрофотометрический).
7. Стандартные растворы пестицидов (для калибровки прибора).

**Ход работы**

1. Подготовка пробы почвы:

* Взять 10–20 граммов почвы из смешанного образца.
* Высушить почву при температуре 40–60 °C до постоянной массы.
* Измельчить почву в ступке до однородного состояния.
* Отвесить точно 5–10 граммов почвы на аналитических весах.

2. Экстракция пестицидов:

* Поместить отвешенную почву в экстракционную колбу.
* Добавить 20–50 мл экстракционного растворителя (например, смесь ацетона и гексана в соотношении 1:1).
* Перемешивать смесь на шейкере или встряхивателе в течение 30–60 минут.
* Профильтровать раствор через фильтр в чистую колбу.

3. Очистка экстракта:

* Для удаления примесей использовать метод твердофазной экстракции (SPE):
* Пропустить экстракт через SPE-картридж с подходящим сорбентом (например, C18).
* Промыть картридж растворителем для удаления примесей.
* Элюировать пестициды из картриджа подходящим растворителем (например, метанолом).
* Собрать очищенный экстракт в чистую колбу.

4. Калибровка прибора: приготовить серию стандартных растворов пестицидов с известными концентрациями (например, 0,01; 0,1; 1,0 мг/л). Провести калибровку хроматографической системы, используя стандартные растворы.

5. Анализ образца: ввести очищенный экстракт в хроматографическую систему. Записать хроматограмму и определить площадь пиков для каждого пестицида. Использовать калибровочную кривую для расчета концентрации пестицидов в пробе.

6. Расчет концентрации пестицидов в почве:

Концентрацию пестицида в почве рассчитывают по формуле: C = mCэкстракта ⋅ V, где:

C — концентрация пестицида в почве, мг/кг;

C экстракта — концентрация пестицида в экстракте, мг/л;

V — объем экстракта после очистки, мл;

m — масса почвы, взятая для анализа, г.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Какие группы пестицидов чаще всего встречаются в почве?
2. Почему важно определять содержание пестицидов в почве?
3. Какие методы используются для анализа пестицидов?
4. Что такое экстракция и зачем она нужна?
5. Как проводится калибровка хроматографической системы?

**Лабораторное занятие №26: Приготовление водной и солевой вытяжки из почвы и определение сульфатов, фосфатов и других компонентов.**

**Цель работы:**

Изучить методику приготовления водной и солевой вытяжек из почвы. Освоить способы определения содержания сульфатов, фосфатов и других компонентов в вытяжках. Научиться интерпретировать результаты анализа.

**Теоретическая часть**

1. Водная и солевая вытяжки:

* Водная вытяжка: используется для определения растворимых компонентов почвы, таких как сульфаты, фосфаты, хлориды и другие вещества. Почва обрабатывается дистиллированной водой.
* Солевая вытяжка: применяется для оценки доступных для растений форм питательных элементов (например, фосфатов). Используется раствор хлорида кальция (CaCl₂), который имитирует условия почвенного раствора.

2. Определение сульфатов:

Сульфаты определяются с помощью реакции с хлоридом бария (BaCl₂). Образующийся осадок сульфата бария можно количественно определить фотометрическим методом.

3. Определение фосфатов:

Фосфаты определяются с помощью молибдатного метода: образующийся комплекс окрашивается в желтый цвет, интенсивность которого измеряется на спектрофотометре.

4. Этапы анализа:

* Приготовление водной и солевой вытяжек.
* Проведение реакций для определения сульфатов и фосфатов.
* Калибровка прибора с использованием стандартных растворов.
* Измерение концентрации компонентов.
* Интерпретация результатов.

**Оборудование и материалы:**

1. Аналитические весы.
2. Дистиллированная вода.
3. Раствор хлорида кальция (CaCl₂) для приготовления солевой вытяжки.
4. Фильтры и фильтровальная установка.
5. Мерные цилиндры и колбы.
6. Хлорид бария (BaCl₂) для определения сульфатов.
7. Молибдат аммония ((NH₄)₂MoO₄) для определения фосфатов.
8. Спектрофотометр или фотоколориметр.

**Практическая часть**

1. Подготовка пробы почвы: взять 10–20 граммов почвы из смешанного образца. Высушить почву при температуре 40–60 °C до постоянной массы. Измельчить почву в ступке до однородного состояния. Отвесить точно 5 граммов почвы на аналитических весах.

2. Приготовление водной вытяжки: поместить отвешенную почву в стакан или колбу.

Добавить 50 мл дистиллированной воды. Перемешивать смесь на шейкере или встряхивателе в течение 30 минут. Профильтровать раствор через фильтр в чистую колбу.

3. Приготовление солевой вытяжки: поместить отвешенную почву в стакан или колбу.

Добавить 50 мл 0,01 М раствора хлорида кальция (CaCl₂). Перемешивать смесь на шейкере или встряхивателе в течение 30 минут. Профильтровать раствор через фильтр в чистую колбу.

4. Определение сульфатов: взять 5–10 мл вытяжки (водной или солевой). Добавить несколько капель раствора хлорида бария (BaCl₂). Наблюдать образование белого осадка сульфата бария (BaSO₄). Для количественного анализа использовать фотометрический метод: измерить интенсивность светопоглощения на спектрофотометре. Построить калибровочную кривую по стандартным растворам сульфатов.

5. Определение фосфатов: взять 5–10 мл вытяжки (водной или солевой). Добавить несколько капель раствора молибдата аммония ((NH₄)₂MoO₄). Наблюдать образование желтого окрашивания. Для количественного анализа использовать фотометрический метод:

Измерить интенсивность светопоглощения на спектрофотометре. Построить калибровочную кривую по стандартным растворам фосфатов.

6. Расчет концентрации компонентов:

Концентрацию компонентов в почве рассчитывают по формуле: C = m Cвытяжки ⋅V,

где:

C — концентрация компонента в почве, мг/кг;

C вытяжки — концентрация компонента в вытяжке, мг/л;

V — объем вытяжки, мл;

m — масса почвы, взятая для анализа, г.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Что такое водная и солевая вытяжки почвы?
2. Какие реактивы используются для определения сульфатов и фосфатов?
3. Почему важно проводить калибровку прибора?
4. Как влияет тип вытяжки на результаты анализа?
5. Какие факторы могут повлиять на точность измерений?

**Лабораторное занятие №27: Наблюдения за радиоактивным загрязнением почв исследуемой территории.**

**Цель работы:**

Изучить методику наблюдения за радиоактивным загрязнением почв. Освоить использование дозиметрического оборудования для измерения уровня радиации. Научиться интерпретировать результаты измерений и оценивать степень радиационной безопасности исследуемой территории.

**Теоретическая часть**

1. Радиоактивное загрязнение почв:

* Радиоактивное загрязнение почв может возникать в результате:
* Аварий на атомных станциях (например, Чернобыльская авария).
* Испытаний ядерного оружия.
* Выбросов радиоактивных веществ промышленными предприятиями.
* Естественного фона радиации (например, торий, уран, радий).

2. Методы исследования радиоактивного загрязнения:

* Дозиметрия: измерение мощности дозы гамма-излучения с помощью дозиметров.
* Спектрометрия: определение содержания конкретных радионуклидов в пробах почвы.
* Отбор проб: сбор почвы для лабораторного анализа.

3. Нормативы радиационной безопасности:

* Предельно допустимая мощность дозы гамма-излучения для населения: 0,2–0,3 мкЗв/ч (микрозиверт в час).
* Загрязнение почвы цезием-137 считается значительным при концентрации более 37 кБк/м² (килобеккерель на квадратный метр).

4. Этапы работы:

* Подготовка оборудования и средств защиты.
* Измерение уровня радиации на местности.
* Отбор проб почвы для лабораторного анализа.
* Интерпретация результатов и оценка радиационной безопасности.

**Оборудование и материалы:**

1. Дозиметры (например, бытовые или профессиональные приборы для измерения мощности дозы гамма-излучения).
2. Спектрометры для анализа радионуклидов (при наличии).
3. Пробоотборники почвы (для отбора проб на анализ).
4. Пластиковые пакеты или контейнеры для хранения проб.
5. Маркировочные этикетки и водостойкий маркер.

**Ход работы.**

1. Измерение уровня радиации:

* Разделите территорию на участки (сетка 10×10 м или 20×20 м).
* В каждой точке проведите измерения мощности дозы гамма-излучения:
* Установите дозиметр на высоте 1 м над поверхностью почвы.
* Зафиксируйте показания прибора (мкЗв/ч).
* Запишите данные в таблицу.

2. Отбор проб почвы: выберите точки отбора проб (например, места с повышенным уровнем радиации). Отберите пробы почвы на глубину 0–20 см: используйте пробоотборник или лопату. Поместите пробу в пластиковый пакет или контейнер.

Маркируйте каждую пробу:

* Дата и время отбора.
* Координаты точки.
* Глубина отбора.

4. Лабораторный анализ проб:

* Сравните полученные значения мощности дозы с нормативами.
* Определите зоны с повышенным уровнем радиации.
* Составьте карту радиационного загрязнения территории.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Какие радионуклиды чаще всего встречаются в загрязненных почвах?
2. Почему важно измерять уровень радиации на местности?
3. Какие методы используются для анализа радиоактивного загрязнения почв?
4. Какие нормативы радиационной безопасности существуют?
5. Как правильно отбирать пробы почвы для анализа?

###### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Измайлов, В.Д. Основы экологического мониторинга : Учеб. пособие / В. Д. Измайлов; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2008.- 80 с.
2. Т. Я. Ашихмина. Экологический мониторинг : Учеб.-метод. пособие / ред. Т. Я. Ашихмина .- 4-е изд..- М., Академ.Проект:Альма Матер, 2008.- 415 с.
3. Экологический мониторинг и экспертиза: учебное пособие / Шамраев А.В., Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ: 2014.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els\_samgtu||iprbooks||24348.
4. Почвенно-экологический мониторинг: учебное пособие / Васильченко А.В., Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ: 2017.- Режим доступа: <https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||78813>.
5. Информационно-измерительные системы для экологического мониторинга: учебное пособие / Латышенко К.П., Попов А.А., Вузовское образование: 2019.- Режим доступа: <https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||79627>.
6. Экологический мониторинг и восстановление природных объектов. Практикум: учебное пособие / Киселев М.В., Хуаз С.Х., Ефремова М.А., Мельников С.П., Проспект Науки: 2024.- Режим https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els\_samgtu||iprbooks||80093.
7. Практикум по экологическому мониторингу. Часть 1. Экологический мониторинг гидросферы: учебное пособие / Латыпова М.М., Смоленская Л.М., Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ: 2016.- Режим доступа: <https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||80436>.