

Министерство сельского хозяйства РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Брянский государственный аграрный университет»

Кафедра агрохимии, почвоведения и экологии

В.Ф. Шаповалов

УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ И АГРОХИМИЧЕСКОМУ МОНИТОРИНГУ СОСТОЯНИЯ СРЕД ОБИТАНИЯ

Учебное пособие для аудиторных занятий и самостоятельной работы

по направлению подготовки
35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение

Профиль Агроэкология

Квалификация бакалавр

Брянская область,
2021

УДК 577.4:63:54 (076)

ББК 20.1:40.4

Ш 24

Шаповалов, В.Ф. Учебный практикум по экологическому и агрохимическому мониторингу состояния сред обитания: учебное пособие для аудиторных занятий и самостоятельной работы по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение; Профиль Агроэкология; Квалификация бакалавр / В.Ф. Шаповалов. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. - 118 с.

В учебном пособии изложены методики подготовки экологов к профессиональной деятельности, связанной с организацией и проведением государственного экологического мониторинга и экологического контроля. Курс экологического и агрохимического мониторинга – одна из важных ступеней в профильной подготовке экологов, агроэкологов и агрохимиков по базовому уровню, неразрывно связанная с базовым образованием и общекультурной подготовкой студентов. Обучение экологическому мониторингу осуществляется на основе развития и обобщения экологических понятий, усвоения научных фактов, важнейших закономерностей, идей, теорий, обеспечивающих формирование экологического мышления и подготовку к практической деятельности.

Данное учебное пособие предназначено для бакалавров института экономики и агробизнеса по направлению подготовки: 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение профиль Агроэкология, обучающихся по дисциплинам «Сельскохозяйственная радиология», «Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза», «Эко-токсикология», «Охрана окружающей среды», преподавателей и специалистов, занимающихся проблемами оценки состояния окружающей среды.

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20. 10. 2015 г. № 1166.

Рецензент:

Бельченко С.А. д.с.-х.н., профессор ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией института экономики и агробизнеса, протокол № 4 от 24 марта 2021 года.

© Брянский ГАУ, 2021

© Шаповалов В.Ф., 2021

Введение

Цель дисциплины «Экологический и агрохимический мониторинг» – подготовка экологов к профессиональной деятельности, связанной с организацией и проведением государственного экологического мониторинга и экологического контроля.

Задачи дисциплины:

1. Наблюдение за состоянием окружающей среды и ее изменением под влиянием хозяйственной или иной деятельности.
2. Становление знаний по разработке мероприятий по охране природы, рациональному использованию природных ресурсов, оздоровлению окружающей природной среды, соблюдению требований природоохранного законодательства и нормативов качества окружающей среды.
3. Приобретение навыков проведения объективных исследований и разработке мероприятий по снижению неблагоприятного воздействия загрязнения окружающей среды.
4. Развитие экологического сознания личности студента.
5. Формирование практических умений по изучению, оценке качества сред обитания, а также использованию ресурсов.
6. Воспитание потребности поведения и деятельности, направленной на улучшение состояния природной среды.
7. Приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков, необходимых для общей организации и непосредственного участия в качестве экологов в работах по проведению экологического мониторинга;
8. Развитие убеждений в возможности решения экологических проблем; стремлений к распространению экологических знаний и личному участию в практических делах по защите среды.
9. Создание условий для становления и развитие единой картины мира.

Курс экологического и агрохимического мониторинга – одна из важных ступеней в профильной подготовке экологов, агроэкологов и агрохимиков по базовому уровню, неразрывно связанная с базовым образованием и общекультурной подготовкой студентов. Обучение экологическому мониторингу осуществляется на основе развития и обобщения экологических понятий, усвоения научных фактов, важнейших закономерностей, идей, теорий, обеспечивающих формирование экологического мышления и подготовку к практической деятельности.

Особенностью курса является: изучение основных подходов к разработке практических мероприятий по снижению вредного воздействия на окружающую среду.

Ставится задача, выработать у студентов правильный подход к выбору нужного метода мониторинга, нужных методов экологического контроля вместе с другими навыками данный курс позволит будущему специалисту уметь систематизировать информацию: о состоянии окружающей среды; о причинах наблюдаемых и вероятных изменений (т.е. об источниках и факторах воздействия); о допустимости изменений и нагрузок на среду в целом; о существующих резервах биосферы.

1. Научные основы экологического мониторинга. Общие положения и принципы

Цели и задачи экологического мониторинга. Современные представления и понятия о мониторинге состояния окружающей среды. Классификация видов мониторинга. Методы мониторинга. Наблюдательные сети и объем работ. Типовая программа наблюдений. Производственный экологический мониторинг. Аналитическое обеспечение при мониторинге.

2. Системы и службы мониторинга окружающей среды

Глобальная система мониторинга окружающей среды (ГСМОС). Классификация загрязняющих веществ по классам приоритетности, принятые в ГМОС. Структура государственного экологического мониторинга Российской Федерации, распределение ответственности. Единая государственная система экологического мониторинга Российской Федерации (ЕГСЭМ). Единая государственная автоматизированная система контроля радиационной обстановки на территории Российской Федерации (ЕГАСКРО). Системы автоматического мониторинга.

3. Основные контролируемые параметры и нормирование загрязнения окружающей среды

Санитарно-гигиенические и научно-технические стандарты качества (ПДК, ОБУВ, ПДВ, ПДС, ПДУ). Экологические нормы и нагрузки. Оценка антропогенных изменений природных компонентов и комплексов.

4. Мониторинг состояния атмосферы

Источники загрязнения атмосферы. Основные задачи мониторинга атмосферы. Организация наблюдений за атмосферой. Посты наблюдений их виды, количество, места размещения. Автоматизированная система мониторинга воздушной среды. Дистанционные методы наблюдений. Определение перечня контролируемых веществ. Методы анализа проб. Приборы и оборудование. Мониторинг загрязнения снегового покрова.

5. Мониторинг состояния почв

Источники загрязнения почв. Деграционные процессы почвенного покрова. Основные принципы организации наблюдения за уровнем загрязнения почвы. Методика проведения литогеохимического опробования. Методика обработки результатов литогеохимической съемки.

6. Экологический мониторинг водных объектов

Основные источники загрязнения внутренних водоёмов, водотоков, подземных вод. Основные задачи и структура государственного экологического мониторинга поверхностных вод. Организация сети пунктов наблюдений за поверхностными водными объектами. Определение контролируемых гидрологических, гидрохимических и гидробиологических показателей. Отбор проб и пробоподготовка. Наблюдения за качеством донных отложений.

7. Биологический мониторинг

Биологический мониторинг и его уровни. Критерии оценки состояния биоты. Понятия о биоиндикаторах. Биоиндикация антропогенных изменений природной среды. Организация мониторинга растительности. Мониторинг объектов животного мира. Методы биологической съемки. Медико-геохимические исследования. Изучение биосубстратов.

Во время практических занятий студенты будут выполнять индивидуальные проблемно-ориентированные курсовые проекты, предложенные преподавателем в виде реальных материалов об экологическом состоянии на территориях нефтегазодобывающих, горнодобывающих, промышленных предприятиях и урбанизированных территориях.

ПРАКТИКУМ (УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА) ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ МОНИТОРИНГУ

Задания для **выполнения группой** и представления результатов в виде отчета:

1. Изменения состояния атмосферы и организация мониторинга
2. Изменения состояния почвы и организация мониторинга
3. Изменения состояния поверхностных пресных вод и организация мониторинга
4. Изменения состояния морей (океанов) и организация мониторинга

Отчет предоставлять в виде документа, оформленного с соблюдением плана:

1. Динамика состояния среды обитания в России (на Брянщине) с 2006 г. по настоящее время.
2. Мониторинговые параметры для оценки динамики состояния среды обитания.
3. Нормативные документы – перечень с указанием № и названия документа, регламентирующего правила отбора проб, подготовки их к анализу и анализа.
4. Организации, осуществляющие мониторинг среды обитания

*Список ежегодных Обзоров загрязнения природных сред,
издаваемых НИУ Росгидромета*

1. **Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям** Гидрохимический институт (ГХИ)
2. **Ежегодник состояния экосистем поверхностных вод РФ по гидробиологическим показателям** Институт глобального климата и экологии (ИГКЭ)
3. **Ежегодник «Мониторинг пестицидов в объектах природной среды Российской Федерации»** ГУ НПО «Тайфун»
4. **Ежегодник «Загрязнение почв РФ токсикантами промышленного происхождения»** ГУ НПО «Тайфун»
5. **Обзор фонового состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ** Институт глобального климата и экологии (ИГКЭ)
6. **Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям** Государственный океанографический институт (ГОИН)
7. **Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории Российской Федерации** Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова (ГГО)
8. **Ежегодник «Радиационная обстановка по территории России и сопредельных государств»** ГУ НПО «Тайфун»
9. **Сезонные бюллетени загрязнения природной среды в Центральном федеральном округе** ГУ Московский ЦГМС–Р
10. **Обзор состояние и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации** Институт глобального климата и экологии (ИГКЭ)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ЕГО ВИДЫ

Окружающая среда (ОС) – это вещества, силы, явления природы, её пространства, любая среда, созданная человеком, которые находятся вне рассматриваемого объекта, но непосредственно контактируют с ним (рис. 1).

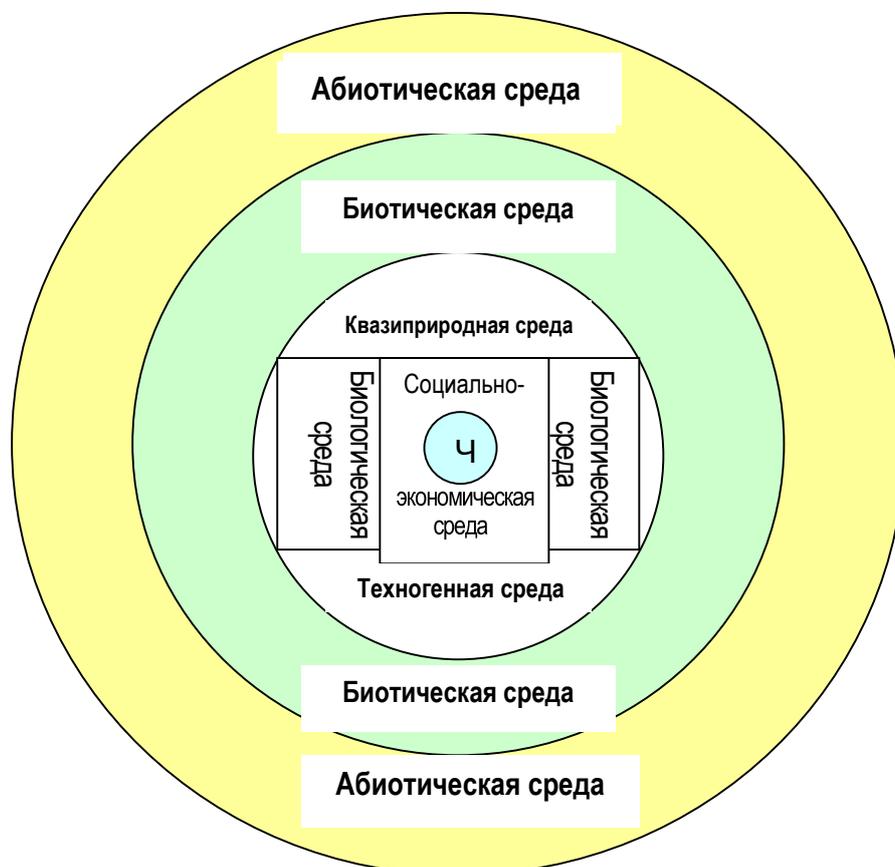


Рисунок 1 – Схема «человек – окружающая среда»

В последнее время значительно усилилось отрицательное воздействие на экологические системы как природных факторов (участившиеся природные катаклизмы), так и антропогенных (факторы, связанные с деятельностью человека).

Уровни загрязнения окружающей среды

Загрязнения окружающей природной среды (ОПС) – это внесенные или возникшие в ней новые, не характерные для нее, физические, химические, биологические, информационные агенты; или превышающие среднесуточные уровни показателей уже существующих в природе агентов. Природные и антропогенные загрязнения по характерным признакам делятся на физические, химические, биологические и смешанные (рис. 2).

Воздействие вредных химических, физических, биологических загрязнений на биоценозы экосистем характеризуются четырьмя уровнями.

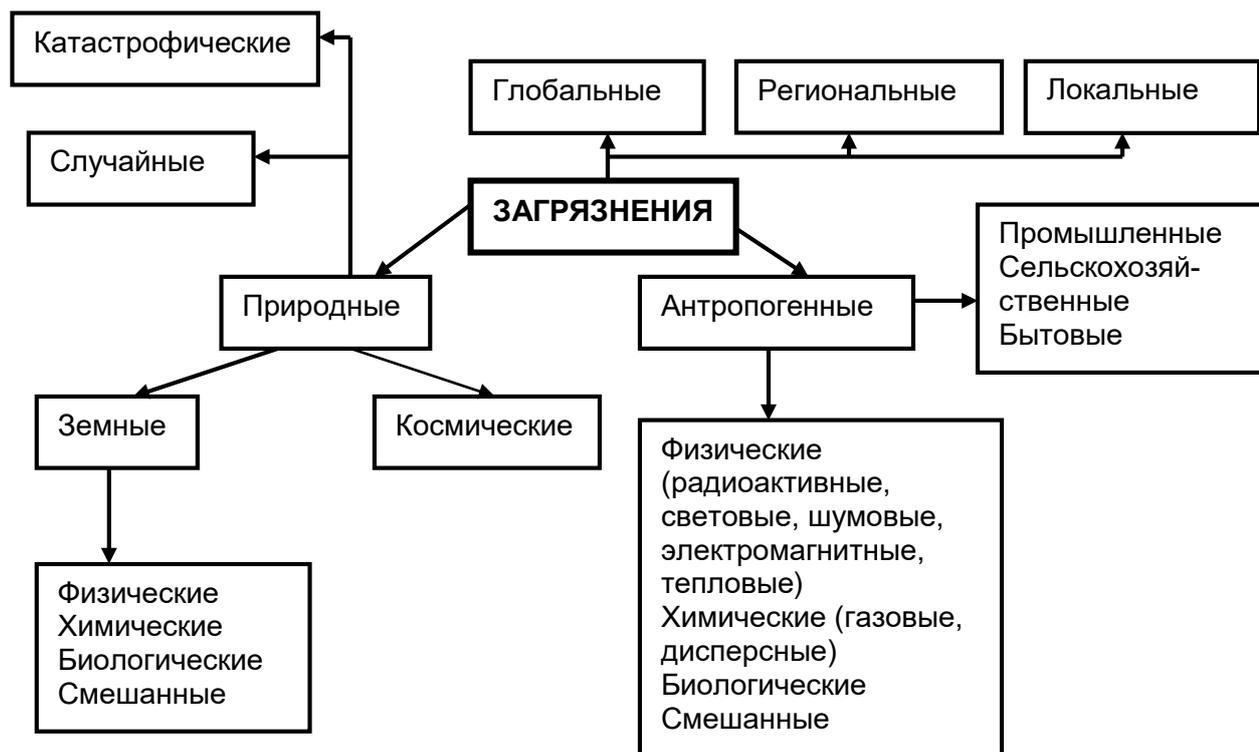


Рисунок 2 – Классификация загрязнителей природной среды

1-й – загрязнения ОС не вызывают изменений в биоценозе:

$$dP_{\text{загр.}}/dt < dP_{\text{самооч.}}/dt;$$

2-й – загрязнения ОС вызывают нагрузки на биоценоз в пределах его саморегулирования: $dP_{\text{загр.}}/dt = dP_{\text{самооч.}}/dt$;

3-й – загрязнения природной среды вызывают в биоценозе необратимые изменения (снижение продолжительности жизни особей, болезни и пр.): $dP_{\text{загр.}}/dt > dP_{\text{самооч.}}/dt$;

4-й – загрязнения вызывают разрушение биоценозов (исчезновение отдельных видов и пр.): $dP_{\text{загр.}}/dt \gg dP_{\text{самооч.}}/dt$.

Уровни любого вида загрязнений должны обязательно контролироваться с целью защиты живых организмов и, в частности, человека. *Нормативы качества ОС должны отражать требования к ней различных потребителей и обеспечивать сохранение экологического равновесия в природных системах в пределах их саморегулирования.*

Мониторинг – это система выполняемых по заданной программе регулярных комплексных долгосрочных наблюдений за состоянием ОС, ее загрязнением, происходящими природными явлениями, а также оценка, прогноз последующих изменений и регулирование качества ОС за счет разработки и выполнения природоохранных мероприятий (рис. 3). Он является начальным этапом системы обеспечения экологической безопасности. Один из главных принципов экомониторинга – непрерывность слежения.

В Российской Федерации мониторинг за состоянием ОС осуществляется в соответствии с Постановлением Правительства РФ «О создании Единой государственной системы экологического мониторинга» от 24.11.93 г.

Различают четыре уровня территориального охвата современного мониторинга:

- *локальный* (биоэкологический, санитарно-гигиенический);
- *региональный* (геосистемный, природно-хозяйственный);
- Национальный (собственно ЕГСЭМ);
- *глобальный* (биосферный, фоновый), включающий наблюдение за состоянием ОС из космоса (космический мониторинг).

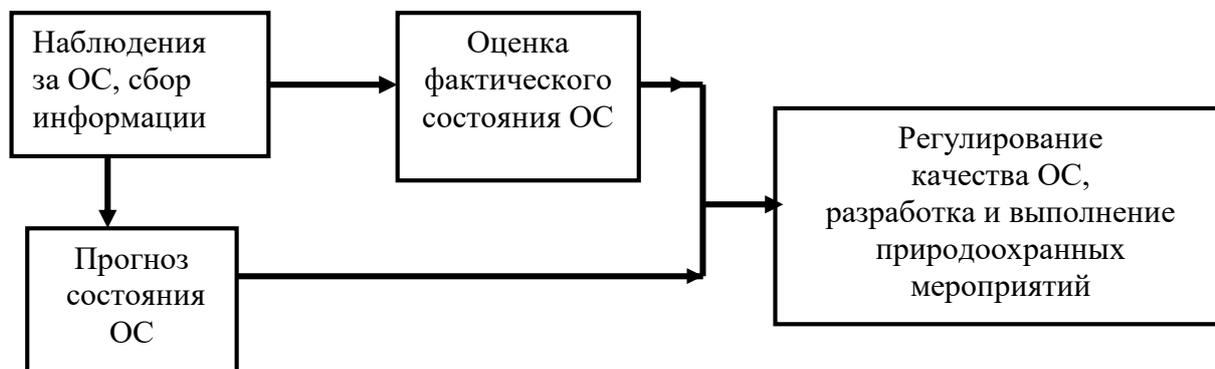


Рисунок 3 – Принципиальная схема экологического мониторинга ОС

В основных структурных элементах ОС ведутся постоянные наблюдения за присутствием следующих наиболее опасных для природных экосистем и человека загрязняющих веществ:

- в атмосферном воздухе – оксидов углерода, азота, серы, аэрозолей (взвешенных веществ), углеводородов, радионуклидов, диоксинов и пр.;
- в поверхностных водах и почве – нефтепродуктов, фенолов, тяжелых металлов, соединений фосфора и азота, пестицидов, минеральных солей, РН (комплексный показатель реакции среды);
- в биоте – тяжелых металлов, радионуклидов, диоксинов, нитратов.

Проводится также мониторинг воздействия вредных физических факторов (радиация, шум, электромагнитные поля) на человека и экосистемы в целом.

Результаты экомониторинга ОПС включают в отраслевые кадастры природных ресурсов и используют для принятия экологически значимых хозяйственных или иных решений.

МОНИТОРИНГ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ (на примере офисных (учебных) помещений)

Измерение параметров электромагнитного излучения (ЭМИ) радиочастотного диапазона

Цель: измерить напряженность электромагнитного поля радиочастотного диапазона.

Оборудование: прибор ИПМ-101 М

Измеритель ИПМ-101М – предназначен для измерения напряженности переменного электрического поля, напряженности переменного магнитного поля и плотности потока энергии электромагнитного поля.

Измеритель обеспечивает получение данных при расстоянии (в свободном пространстве) от проводящих тел до точки измерения поля не менее 0,2 м.

Порядок работы с прибором ИПМ-101 М

1. Достать из футляра устройство отсчетное устройство и аппаратуру необходимого типа. Подключите аппаратуру к устройству.

2. Установить переключатель **ВЫКЛ/КОНТ/ИЗМ** в положение **КОНТ** (переключатель **200/2000** может быть в произвольном положении). При этом на индикаторе УО-101 появится контрольное число, пропорциональное напряжению питания прибора. Число на индикаторе должно находиться в пределах от 75 до 100.

3. После установления рабочего режима продолжить работу.

4. Поместить индикатор в измеряемое поле, удерживая ее за пластмассовую рукоятку в одной руке, а устройство отсчетное - в другой. Нажать кнопку «РАБОТА». На экране индикатора УО-101 появятся показания, соответствующие проекции вектора напряженности поля на измерительную ось АП.

Ход работы

1. Познакомьтесь с ходом работы.
2. Настройте для работы прибор ИПМ-101 М.
3. Выберите в классной комнате место для измерения ЭМИ: розетки, части стены у тумблеров приборов, телефоны сотовой связи.
4. Измерьте ЭМИ радиочастотного диапазона.
5. Занесите полученные данные в таблицу:

Источник	Значение ЭМИ.

Сделайте сравнительный анализ значений ЭМИ у различных источников.

5. Обсудите итоги работы в группе, составьте краткий отчет.

Форма отчета о проделанной работе

1. Сообщите о значениях измеряемого параметра ЭМИ радиочастотного диапазона. От каких источников ЭМИ наиболее значительно?

2. Выскажите свою точку зрения о необходимости учета данного экологического фактора для создания безопасной Среды.

3. Предложите последовательность действий по мониторингу, коррекции и оптимизации данного экологического фактора.



Рисунок 4 – Подготовленный к работе прибор

Измерение показателей уровня шума

Цель: Измерить шумовой фон среды (давление шума)

Оборудование: шумомер ШИ-01. Измерение параметров шума основано на преобразовании звуковых колебаний в электрические с их последующей обработкой в соответствии функциональной схемой прибора.

Порядок работы с прибором ШИ-01

1 Извлечь прибор из укладочной сумки. Подключить прибор к источнику питания соединительным кабелем из комплекта прибора.

2 Присоединить МК (микрофон) к устройству.

3 Включить питание прибора клавишей ВКЛ на клавиатуре прибора.

4 После успешного самотестирования прибор переходит в главное меню. На жидкокристаллическом экране обозначены пункты меню: ИЗМЕРЕНИЕ, СЕРВИС. В нижней строке ЖКИ отображается текущее время и напряжение на аккумуляторах. Выбор необходимого пункта осуществляется перемещением маркера с помощью кнопок \blacktriangle клавиатуры. Включение выбранного пункта осуществляется кнопкой ВВОД.

5 Проведение измерений. Включить пункт меню ИЗМЕРЕНИЕ. По умолчанию шумомер переходит в режим dBA - измерения A-корректированного уровня звука в диапазоне шкалы 70-140 дБ. В нижней строке ЖКИ появляется условный значок \blacktriangleright - состояние прибора ИЗМЕРЕНИЕ.

Проведите измерения.

Ход работы

1. Познакомьтесь с ходом работы.

2. Настройте для работы прибор шумомер ШИ-01.

3. Выберите в классной комнате место для измерения шума: у классной доски, в

середине кабинета, у дверей кабинета.

4. Измерьте уровень шума.

5. Занесите полученные данные в отчет

Место измерения	Значение уровня звукового давления шума	Значение норматива

5. Сравните полученные значения с соответствующими нормативами (таблица 1).
Сделайте вывод.

Форма отчета о проделанной работе

1. Сообщите о значениях измеряемого параметра. Соответствуют ли полученные данные нормативу?

2. Выскажите свою точку зрения о необходимости учета данного экологического фактора для создания комфортной среды.

3. Предложите последовательность действий по мониторингу, коррекции и оптимизации данного экологического фактора.

Таблица 1 – Уровни звукового давления в октавных полосах частот в дБ

N или территорий	Время суток	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах частот со среднестатистическими частотами, Гц										LAэкв, дБА	LAmax, дБа
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
3	Классные помещения, учебные кабинеты, учительские комнаты, аудитории школ и других учебных заведений, конференц-залы, читальные залы библиотек	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55		



Рисунок 5 – Прибор шумомер

Измерение освещенности

Цель: измерить освещенность среды, создаваемую источниками искусственного освещения

Оборудование: люксметр Ю116. Люксметр Ю116 предназначен для измерения освещенности, создаваемой лампами накаливания и естественным светом, источниками которого расположены произвольно относительно светоприёмника люксметра.

Люксметр состоит из измерителя люксметра и отдельного фотоэлемента с насадками.

Прибор магнитоэлектрической системы имеет две шкалы: 0-100 и 0-30, на каждой шкале точками отмечено начало диапазона изменений: на шкале 0-100 точка соответствует отметке 5, прибор имеет корректор для установки стрелки в нулевое положение.

На боковой стенке корпуса измерителя расположена вилка для основного селенового фотоэлемента. Селеновый фотоэлемент находится в пластмассовом корпусе и присоединяется к измерителю шнуром с розеткой, обеспечивающей правильную полярность соединения.

Для уменьшения косинусной погрешности применяется насадка К, которая надевается на фотоэлемент. Эта насадка применяется вместе с одной из трех других насадок, обозначенных буквами М, Р, Т. Каждая из них вместе с насадкой К образует три поглотителя с номинальным коэффициентом ослабления 10, 100, 1000 и предназначена для расширения диапазона измерения от 5 до 100000лк. Все насадки могут использоваться в определенном люксметре.

Порядок работы с прибором люксметром Ю116

1. Собрать прибор. Для подготовки люксметра к работе следует установить его измерительную часть на поверхности рабочего места в горизонтальном положении и проверить находится ли стрелка прибора на нулевой отметке шкалы. Затем с помощью шнура соединить фотоэлемент с измерительной частью и установить на него светофильтр Т с рассеивателем К.

2. Установить фотоэлемент горизонтально на рабочем месте. Нажатием кнопки диапазона измерений 0...100 включить прибор и определить положение стрелки. Если она находится между 0 и 20 делениями верхней шкалы, то следует перейти на диапазон 0...30. Для этого включают левую кнопку и также определяют положение, занимаемое стрелкой. Если стрелка расположилась между 0 и 5 делениями нижней шкалы, то светофильтр Т необходимо заменить на поглотитель с меньшим коэффициентом ослабления (сначала Р, затем М) до получения достоверных показаний прибора. В том случае, когда при использовании насадок К, М и нажатой левой кнопке стрелка не доходит до пятого деления по шкале 0...30, то измерения проводят без насадок.

Если стрелка остановилась на каком-либо значении (больше 20 на шкале 0...100 или 5 на шкале 0...30), то показания прибора являются достоверными. Их

необходимо умножить на коэффициент ослабления установленного светофильтра (10,100,1000), получая при этом значение действительной освещенности.

Так как люксметр Ю-116 отградуирован для измерения освещенности создаваемой лампами накаливания, то при контроле естественной освещенности показания люксметра следует умножить на поправочный коэффициент К (таблица 2) в зависимости от источника света.

Таблица 2 – Поправочный коэффициент К в зависимости от различных источников света

Наименование источника освещения	Значение поправочного коэффициента К
Лампы накаливания	1
Лампы марки ЛД	0,88
Лампы марки ЛДЦ	0,95
Лампы марки ЛБ	1,15
Лампы марки ДРЛ	1,20
Естественное освещение	0,80

Ход работы

1. Познакомьтесь с ходом работы
2. Настройте для работы прибор люксметр Ю-116.
3. Выберите в классной комнате точки для измерения освещенности: точки желательно расположить по всей площади помещения на расстоянии 1 м от стены (например, по диагонали, методом «конверта»). Точки пронумеруйте.
4. Измерьте освещенность помещения в каждой точке на уровне рабочей поверхности.
5. Занесите полученные данные в отчет:

Место измерения и расположение	Значение измеряемой освещенности	Значение норматива

6. Сравните полученные значения с соответствующими нормативами (таблица 3). Сделайте вывод.

Форма отчета о проделанной работе

1. Сообщите о значениях измеряемого параметра. Соответствуют ли полученные данные нормативу?
2. Выскажите свою точку зрения о необходимости учета данного экологического фактора для создания безопасной среды.
3. Предложите последовательность действий по мониторингу, коррекции и оптимизации данного экологического фактора.

Таблица 3 – Нормы освещения образовательных учреждений

1	Классные комнаты, кабинеты, аудитории общеобразовательных школ, школ интернатов, среднеспециальных и профессионально-технических учреждений, лаборатории, учебные кабинеты физики, химии, биологии и прочие	500
2	Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории техникумов и высших учебных заведений	400
3	Кабинеты информатики и вычислительной техники	200
4	Учебные кабинеты технического черчения и рисования	500
5	Лаборантские при учебных кабинетах	400
6	Лаборатории органической и неорганической химии, препараторские	400
7	Мастерские по обработке металлов и древесины	300
8	Инструментальная, комната мастера инструктора	300
9	Кабинеты обслуживающих видов труда	400
10	Спортивные залы	200
11	Снарядные, инвентарные, хозяйственные кладовые	50
12	Крытые бассейны	150
13	Актовые залы, киноаудитории	200
14	Эстрады актовых залов, кабинеты и комнаты преподавателей	300
15	Рекреации	150

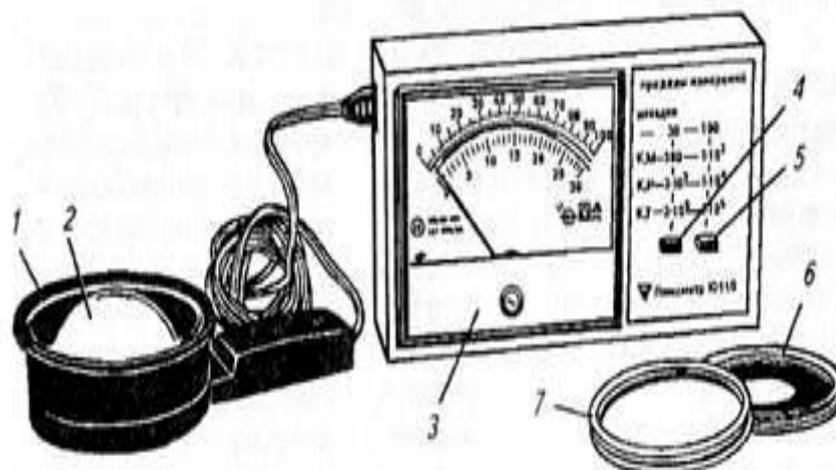


Рисунок 6 – Люксметр Ю-116

1 – селеновый фотоэлемент в пластмассовом корпусе с насадками; 2, 6, 7 – насадки; 3 – миллиамперметр; 4, 5 – кнопки переключения диапазонов измерений

Оценка температуры и влажности

Цель: измерить температуру и относительная влажность воздуха

Оборудование – термометр (сухой), гигрометр

Порядок работы с прибором гигрометром

Влажность воздуха определяют гигрометром.

1. Перед началом работы проверьте увлажнена ли материя влажного термометра
2. Установите гигрометр на 3-5 мин в исследуемых точках кабинета и, по истечении времени, снимите показания двух термометров на панели гигрометра: температуру на шкале сухого и шкале влажного термометра
3. Вычислите разность температур сухого и влажного термометра
4. Зная разность показаний сухого и влажного термометров и температуру окружающей среды, с помощью психрометрических таблиц на панели гигрометра определите относительную влажность воздуха

Ход работы

1. Познакомьтесь с ходом работы.
2. Настройте для работы прибор гигрометр.
3. Выберите в классной комнате место для измерения влажности и температуры (сухим термометром).

Показатели влажности устанавливают у окна и у глухой стены помещения (в средней части).

Температуру воздуха в помещениях измеряют сухим термометром в трех точках: у пола, на высоте 1 метра и на высоте 1,6 метров также у окна и глухой стены помещения.

4. Измерьте влажность и температуру воздуха помещения в каждой точке.
5. Занесите полученные данные в отчет в виде последовательности цифровых значений с указанием мест измерения и их расположения. Сравните полученные значения с соответствующими нормативами (таблица 4). Сделайте вывод.

Форма отчета о проделанной работе

1. Сообщите о значениях измеряемых параметров. Соответствуют ли полученные данные нормативу?
2. Выскажите свою точку зрения о необходимости учета данного экологического фактора для создания комфортной внутришкольной среды.
3. Предложите последовательность действий по мониторингу, коррекции и оптимизации данного экологического фактора.

Таблица 4 – Показатели температуры в школьных помещениях

Помещение	Температура t, °С
Учебные кабинеты	18-24
столовая	18-24
Спортивный зал	17-20
коридор	18-24
гардероб	18-24

Показатели влажности в школьных помещениях – 40-60 %.

Методика определения и гигиенической оценки показателей воздухообмена и вентиляции помещений

(СНиП П-33-75. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
Нормы проектирования)

Ход работы

Воздух жилых помещений считается чистым, если концентрация CO₂ не превышает предельно допустимых концентраций – 0,07% (0,7‰) по Петтенкоферу или 0,1% (1,0‰) по Флюге. На этом основании рассчитывается необходимый объем вентиляции – количество воздуха (в м³), которое должно поступать в помещение в течение 1 ч, чтобы концентрация CO₂ в воздухе не превысила предельно допустимых концентраций для данного вида помещений. Его рассчитывают по формуле:

$$V = \frac{K \cdot n}{P - P_1}$$

где: V – объем вентиляции, м³/час; K – количество CO₂, выделяемое одним человеком за один час (в покое 21,6 л/ч; во сне – 16 л/ч; при выполнении работы разной тяжести – 30-40 л/ч); n - число людей в помещении; P – предельно допустимая концентрация CO₂ в промилле (0,7 или 1,0‰); P₁ – концентрация CO₂ в атмосферном воздухе в промилле (0,4‰).

При расчете количества CO₂, которое выделяет один человек за один час, выходят из того, что взрослый человек при легкой физической работе производит в течение 1 минуты 18 дыхательных движений с объемом каждого вдоха (выдоха) 0,5 л и, следовательно, в течение часа выдыхает 540 л воздуха (18 х 60 х 0,5 = 540).

Учитывая, что концентрация углекислого газа в выдыхаемом воздухе примерно 4% (3,4-4,7%), то общее количество выдыхаемого углекислого газа за пропорцией составит:

$$x = \frac{540 \cdot 4}{100} = 21,6 \text{ л/час}$$

При физических нагрузках пропорционально их тяжести и интенсивности возрастает количество дыхательных движений, а потому возрастает и количество выдыхаемого CO_2 и необходимый объем вентиляции.

Необходимая кратность вентиляции – число, которое показывает, сколько раз в течение часа меняется воздух помещения, чтобы концентрация CO_2 не превышала предельно допустимых уровней.

Необходимую кратность вентиляции находят путем деления рассчитанного необходимого объема вентиляции на кубатуру помещения.

Фактический объем вентиляции находят путем определения площади вентиляционного отверстия и скорости движения воздуха в нем (фрамуга, форточка). При этом учитывают, что через поры стен, щели в окнах и двери в помещение проникает объем воздуха, близкий к кубатуре помещения и его нужно прибавить к объему, который проникает через вентиляционное отверстие.

Фактическую кратность вентиляции рассчитывают делением фактического объема вентиляции на кубатуру помещения.

Сопоставляя необходимые и фактические объемы и кратность вентиляции,

СНиП 2.08. 02-89 – больничные помещения		
Палата взрослых	80 м ³ на 1 койку	
Предродовая, перевязочная	1,5 раза/ч	2 раза/ч
Родовая, операционная, пред-операционная	8 раз/ч	
Послеродовая палата	80 м ³ на 1 кровать	
Палата для детей	80 м ³ на 1 кровать	
Бокс, полубокс	2,5 раза/ч в коридор	2,5 раза/ч
Кабинет врача	1 раз/ч	1 раз/ч
СНиП 2.08. 01-89 – жилые помещения		
Жилая комната		3 м ³ /ч на 1 м ² площади
Кухня газифицирована		90 м ³ /ч
Туалет, ванная комната		25 м ³ /ч
ДБН В. 2.2-3-97 – дома и сооружения учебных заведений		
Класс, кабинет	16 м ³ на 1 человека	1 раз/ч
Мастерская	20 м ³ на 1 человека	1 раз/ч
Спортзал	80 м ³ на 1 человека	1 раз/ч
Учительская		1,5 раз/ч

оценивают эффективность обмена воздуха в помещении.

Необходимый объем и кратность вентиляции положены также в основу научного обоснования норм жилой площади. Учитывая, что при закрытых окнах и двери, как сказано выше, через поры стен, щели в окнах и двери в помещение проникает объем воздух, близкий к кубатуре помещения (т.е., его кратность равняется ~ 1 раз/час), а высота помещения в среднем равняется 3 м, норма площади на 1 человека составляет:

- по Флюге (ПДК $\text{CO}_2=1\%$)

$$S = \frac{K \cdot n}{(P - P_1) \cdot h} = \frac{21,6 \cdot 1}{(1 - 0,4) \cdot 3} = 12 \text{ м}^2/\text{человека.}$$

- по Петтенкоферу (ПДК CO₂=0,7‰)

$$S = \frac{21,6 \cdot 1}{(0,7 - 0,4) \cdot 3} = 24 \text{ м}^2/\text{человека.}$$

Оценка визуальной среды помещения

Цель: дать оценку визуальным компонентам среды помещений и ассортименту растений

Оборудование: таблицы с оценками цветовых гамм

Порядок работы

1. Изучите предложенный материал о типологии визуальной среды помещения

Постоянная визуальная среда – ее видимые элементы, их взаимное расположение, цветовое решение.

Отрицательно на состояние здоровья человека может влиять **гомогенная визуальная среда**. В ней либо совсем отсутствуют видимые элементы, либо число их резко снижено. Длительное пребывание в такой среде ведет к ощущению «зрительного голода» и выраженному психологическому дискомфорту. Кроме огромных однотонно окрашенных поверхностей стен гомогенную среду могут создавать облицовка стен однотонными, в том числе и полированными плитами, кафельные покрытия, особенно белого цвета, сливающиеся с потолком, полированные стенки. Гомогенизации среды способствует также плохая освещенность.

Агрессивная видимая среда – окружающая среда, в которой человек одновременно видит большое число одинаковых элементов. В этом случае трудно отделить один зрительный элемент от другого, возникает эффект «ряби в глазах». Созданию подобной среды в помещениях могут служить следующие формы отделки: кирпичная кладка с четко обозначенным швом (или подобные обои), дырчатые плиты, кафельная и другие контрастные мелкие отделочные плитки, деревянные рейки, обои и занавески с ярким рисунком.

Отсутствие досок длиной более 3 секций, стеклопакетов, жалюзи, мрачно-грязных серых тонов в окраске стен, стационарных киноэкранов – создают **благоприятную визуальную среду**.

Рекомендуются и другие критерии оценки визуальной среды. Наличие закругленных и волновых элементов, речек на стенах, пластиковых светильников, ярких предметов на потолке, цветных портретов ученых, писателей, репродукций картин, повторяющихся элементов, филанчатых входных дверей и дверец шкафа,

дверей из дерева или отделанных натуральным шпоном, раскрашенных дверей, вагончатых дверей (на шкафах-купе), сложных переплетов окон, витражей в верхней части фрамуги, горшков с цветами, решеток на окнах с повторяющимися элементами, коричневого пола, противоположных тонов в больших поверхностях (например, красный и зеленый, синий и оранжевый), «рискованных» цветов для маленьких поверхностей, пастельных тонов (например, серо-белого, небесно-голубого, светло-бежевого), ярких занавесок, занавесок с мягкими складками, больших ярких поверхностей, динамических картинок (аквариум), заставок с видами природы (звездное небо, море, пейзаж), ярких пятен возле монитора (игрушка на липучке или горшок с цветком), ярких картинок на ковриках для мыши.

Ход работы по оценке качественных характеристик цветовой гаммы помещения и элементов отделки

1. Познакомьтесь с ходом работы.

2. Осмотрите помещение. Определите тип среды: гомогенная, гетерогенная, агрессивная.

3. Рассмотрите и оцените, используя таблицы (таблица 5-7), окраску стен, потолка. Оценивая внутреннюю отделку кабинета, нужно учитывать, что при южной ориентации помещений рекомендуются более холодные тона окраски их стен (светло-серый, светло – голубой, зеленоватый, светло – сиреневый), при северной – более теплые (желтовато – охристый, светло – розовый, бежевый).

4. Выявите расположение и строение школьной доски, наличие стационарных киноэкранов, жалюзи на окнах. Оцените наличие дополнительных критериев оценки визуальной среды и их вклад в формирование типа визуальной среды.

5. Определите видовой состав растений, оцените экологичность их подбора в условиях школьного помещения (табл. 8).

Форма отчета о проделанной работе

1. Сообщите о характеристиках визуальной среды и ассортименту растений классного помещения. Какой тип визуальной среды формируют все элементы?

2. Выскажите свою точку зрения о необходимости учета данного экологического фактора для создания комфортной внутришкольной среды.

3. Предложите последовательность действий по мониторингу, коррекции и оптимизации данного экологического фактора.

Таблица 5 – Отражающая способность окрашенных поверхностей стен

Цвет поверхности	Отражающая способность, %
Белый	80%
Светло – желтый	60%
Светло – зеленый	40%
Светло – голубой	30%
Темно - голубой	6%

Загрязненные стены отражают света в 2 раза меньше, чем только что выкрашенные или вымытые.

Таблица 6 – Влияние цвета на физическое и психическое здоровье человека

Цвет	Влияние на физическое здоровье	Влияние на психику
1. Желтый	Лечит депрессию, способствует укреплению нервов	Помогает сосредоточиться, повышает творческую активность
2. Синий	Подавляет аппетит, помогает расслабиться, благотворно воздействует на дыхательную систему, снижает остроту зрения	Вызывает чувство покоя, снимает эмоциональное напряжение
3. Зеленый	Способствует регенерации клеток, укрепляет иммунную систему, стабилизирует давление и сердечную деятельность	Снимает напряжение, успокаивает
4. Оранжевый	Способствует пищеварению, активной работе почек, мочевого пузыря, благотворно влияет на состояние костных тканей, зубов, волос	Бодрит, снимает усталость, борется с депрессией
5. Фиолетовый	Стимулирует работу мозга, а также выработку гормона мелатонина, снимающего депрессию и омолаживающего организм	Способствует возникновению угнетенного состояния
6. Красный	Улучшает пищеварение, стимулирует физическую активность	Повышает раздражительность и агрессивность
7. Голубой	Помогает при болезнях, связанных с обменом веществ, центральной нервной системы, заболеваниях горла и органов дыхания	Снимает напряжение, успокаивает.

Таблица 7 – Воздействие цвета на психоэмоциональное состояния ребенка во время урока (В.С. Лобзин, М.М. Решетников)

Цвет	Локализация сверху	Боковые поверхности	Локализация внизу
Красный	Мобилизирует	Возбуждает	Воспринимается неестественно
Розовый	Ощущение легкости, счастья	Чувство нежности	Ассоциируется с обонятельными ощущениями
Оранжевый	Способствует концентрации внимания	Способствует релаксации	Эффект «принадлежности» и тепла
Жёлтый	Вызывает ощущение разрядки, отвлечения	Может вызвать неприятные ощущения	Эффект «приподнятости»
Зелёный	Воспринимается неестественно	Успокаивает	Может вызвать снотворное действие
Голубой	Ощущение легкости	«Охлаждает»	«Охлаждает»
Синий	Вызывает тревожность	Вызывает отчужденность	Тревога, холод
Коричневый	Чувство тяжести, давления	Угнетает	Ощущение уверенности, твердости

Таблица 8 – Экологическое значение комнатных растений

Растения, выделяющие фитонцидные и эфирноносные масла	Герань (пеларгония), лимон, мирт, лаванда, розмарин.
Растения, поглощающие вредные вещества из воздуха	Хлорофитум, диффенбахия, драцена, спатифиллум, сансивьера, алое, пеперомия.
Растения, увеличивающие полезную ионизацию и влажность воздуха	Нефролепис, фатсия, циперус, спарманния

Санитарно-гигиеническая оценка учебных помещений с использованием расчетных коэффициентов

Цель: научиться определять и оценивать параметры состояния учебных и вспомогательных помещений с помощью расчетных индексов.

Ход работы

1. Измерьте длину, ширину и высоту классной комнаты.
2. Рассчитайте площадь пола и объём помещения.
3. Определите площадь и объём помещения в пересчёте на 1 обучающегося.
4. Изучите вентиляционный режим класса. Для этого определите общую площадь всех отверстий и фрамуг. Проверьте, действуют ли вентиляционные отверстия. Определите коэффициент аэрации по формуле:

$$K_A = S_1 : S, \text{ где}$$

S_1 – площадь всех вентиляционных отверстий; S – площадь пола.

5. Определите и оцените естественную освещённость класса. Для этого измерьте высоту и ширину окна, рассчитайте общую площадь окон. Вычислите площадь застекленной части окон (это 90% от общей площади). Вычислите площадь пола класса. Подсчитайте световой коэффициент по формуле:

$$C_K = S_0 : S, \text{ где}$$

S_0 – площадь застекленной части окон; S – площадь пола.

6. Сравните полученные данные с санитарно-гигиеническими нормами по России, сделайте вывод.

Площадь помещения на 1 человека: 2,0 м².

Кубатура помещения на 1 человека: 4-5 м³.

Коэффициент аэрации: 1/50 (в рекреации 1/55).

Световой коэффициент: 1/4 ... 1/6.

Оценка показателей микроклимата проводится в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений и Р.2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

Санитарно-микробиологическое состояние воздуха (помещений)

Санитарно-микробиологическое состояние атмосферы оценивают по следующим показателям:

- 1) *Микробное число* – количество микроорганизмов, обнаруженных в 1 м³ воздуха.

2) Наличие *санитарно-показательных бактерий* – представителей микрофлоры дыхательных путей (*гемолитические стрептококки, золотистый стафилококк*).

Для определения микробного числа воздуха в помещениях применяют следующие методы: 1) *Седиментационный метод* - основан на принципе осаждения (седиментации). В чашки Петри с питательным агаром, оставленных открытыми в течение определенного периода времени, оседают крупные бактерии, дающие впоследствии разрастания при инкубации при 37 С 1 сутки. Результаты оценивают по суммарному числу колоний, выросших в обеих чашках: *менее 250 колоний - воздух чистый 250-500 - загрязненный в средней степени 500 - загрязненный*.

2) *Аспирационный метод*. Более точный метод. Посев производится автоматически с помощью специальных аппаратов. Примером может служить аппарат Кротова. Он устроен таким образом, что воздух с заданной скоростью просасывается через щель пластины, которая при этом вращается. Под пластиной находится чашка Петри. Таким образом, происходит равномерное распределение микроорганизмов по питательной среде. Расчет производят по формуле: $X = a / V * 1000$, где a - количество выросших колоний V - объем пропущенного воздуха, $дм^3$ (л) 1000 - искомый объем, $дм^3$ (л). Прибор Кротова представляет собой цилиндр со съемной крышкой, в котором находится электромотор с центробежным вентилятором (рис. 7). Принцип работы прибора основан на инерционном осаждении частиц аэрозоля на поверхность питательной среды. Исследуемый воздух всасывается со скоростью 20-25 л/мин через клиновидную щель в крышке прибора, ударяется о поверхность плотной питательной среды, и микробы задерживаются на ее влажной поверхности. Общий объем пробы при значительном загрязнении воздуха должен составлять 40-50 л, при незначительном – более 100 л. Продолжительность аспирации 2-5 мин. После инкубирования отобранных проб при температуре 37 °С в течение 1-2 суток в зависимости от выделяемых микроорганизмов производится подсчет выросших колоний. Учитывая объем взятой пробы воздуха, вычисляется количество микробов в 1 м³ воздуха.



Рисунок 7 – Прибор Кротова для бактериологического исследования воздуха

Контроль за содержанием в воздухе микрофлоры проводят в соответствии с требованиями Методических указаний «Микробиологический мониторинг производственной среды» (МУ 4.2.734-99) и Приложения 10 Руководства 2.2.755-99 «Методика контроля содержания микроорганизмов в воздухе рабочей зоны».

Биологическими компонентами пыли помещений являются микрофлора (бактерии, вирусы и грибы) верхних дыхательных путей, кожи, микроскопические клещи, споры плесневых грибов. Санитарнопоказательными микроорганизмами в воздухе закрытых помещений являются стафилококки, зеленящие стрептококки, а показателями прямой эпидемической опасности - гемолитические стрептококки. Несмотря на сравнительно короткий срок пребывания в воздухе, микробы создают эпидемическую опасность. Источниками микробного загрязнения воздуха в стационарах всех типов являются медицинский персонал и больные, страдающие стертыми (бессимптомными) формами инфекционных болезней, а также носители полирезистентных к антибиотикам штаммов патогенных и условно патогенных микроорганизмов.

Нормативов содержания микроорганизмов в воздухе жилых помещений нет. Нормативы бактериальной чистоты производственных помещений (больниц, аптек) разработаны в зависимости от их функционального назначения с учетом интенсивности бактериальной обсемененности и риска возникновения внутрибольничных инфекций. В соответствии с нормативными документами (СанПиН 2.1.3.1375-03) бактериальную чистоту воздуха оценивают дифференцированно по общему количеству микроорганизмов в 1 м³ воздуха, а в помещениях классов А, Б, и В необходимо контролировать наличие колоний *Staphylococcus aureus*, которые не должны определяться в 1 м³ воздуха, и плесневых и дрожжевых грибов, которые не должны определяться в 1 дм³ воздуха.

При площади помещения 100 м² минимальное число участков измерения параметров микроклимата – четыре, от 100 до 400 м² включительно – восемь. При площади более 400 м² число участков определяется расстоянием между ними, которое не должно превышать 10 м. В соответствии с МУК 4.2.734-99 «Микробиологический мониторинг производственной среды» (п. 6.11) число контрольных точек на одно помещение при текущем контроле составляет в воздухе не менее трех и с поверхности также не менее трех. Следовательно, в каждом помещении с поверхностями систем вентиляции и кондиционирования должно быть проведено по три исследования смывов на ОМЧ, патогенный стафилококк и сальмонеллы, а также отобрано по три пробы воздуха для дрожжей и плесени.

Оборудование: чашки Петри со средой, термостат.

Ход работы

1. Разновидностью седиментационного метода является метод ударной струи воздуха (метод Коха). Стерильные чашки Петри с МПА открыть в местах отбора проб воздуха и выдержать в течение определенного времени (чаще всего от 5 - 30 минут).
2. Закрытые чашки Петри поместить в термостат при 37°С на 24 часа, а затем

оставить на сутки при комнатной температуре. Микроорганизмы, содержащиеся на частицах аэрозоля, оседают на питательную среду и образуют на ней колонии. По числу выросших колоний подсчитывают микробное число воздуха, пользуясь правилом Омелянского, в соответствии с которым считают, что на поверхность питательной среды площадью 100 см^2 в течение 5 минут оседает столько микроорганизмов, сколько их содержится в 10 л , или $0,01 \text{ м}^3$ воздуха.

3 Подсчитывают число выросших в чашке колоний (n). Колония – это потомство одной микробной клетки на питательной среде. Узнают площадь чашки Петри, для чего измеряют диаметр внутренней чашки со средой (5 см^2) и рассчитывают по формуле: $S \text{ чашки Петри} = \pi r^2 = 3,14 \times 5^2 = 78,5 \text{ см}^2$. Определяют число микроорганизмов в 1 м^3 воздуха. Зная, сколько микробов выросло на площади $78,5 \text{ см}^2$, можно пересчитать, сколько их было бы на 100 см^2 , что по методике Омелянского, соответствует их содержанию в $0,01 \text{ м}^3$, значит в 1 м^3 их должно быть в 100 раз больше. Воздух считается загрязнённым, если в 1 м^3 более 4,5 тыс. микроорганизмов.

Определение качественного состава микрофлоры воздуха. Под качественным анализом микрофлоры понимается описание культуральных и морфологических признаков микроорганизмов, что служит основой для определения их видовой принадлежности.

Культуральные признаки – это внешний вид колоний при выращивании на различных питательных средах. К культуральным признакам колонии относятся:

- 1) размер – крупные (диаметр 4-6 мм и более), средние (2-4 мм), мелкие (1-2 мм) и точечные (не более 1 мм) колонии;
- 2) форма – круглая, овальная, неправильная, амёбовидная, ветвистая, ризовидная и др.;
- 3) цвет – белый, розовый, жёлтый, оранжевый, красный и др.;
- 4) профиль или рельеф – плоский, выпуклый, кратеровидный, конусовидный, изогнутый и др.;
- 5) поверхность – блестящая, матовая, морщинистая, гладкая и др.;
- 6) консистенция – жидкая, вязкая, пастообразная, сухая, плотная и др. (устанавливается прикосновением к поверхности колонии бактериологической петлей);
- 7) край – ровный, волнистый, лопастной, бахромчатый и др. (рассматривают, пользуясь лупой или под микроскопом).

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ И ГРУППОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ

1. Определите физические параметры учебных и вспомогательных помещений.
2. Рассчитайте коэффициенты учебных и вспомогательных помещений.
3. Составьте отчет о работе.
4. Определите направления экологического мониторинга общественных и жилых помещений (зданий).
5. Осветите содержание нормативных документов по организации и нормам контроля общественных и жилых помещений (зданий).

МОНИТОРИНГ СРЕД ОБИТАНИЯ И АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Под качеством воды понимают совокупность ее свойств, обусловленных характером и концентрацией содержащихся в воде примесей.

Существуют 3 группы показателей, определяющих качество воды:

1 – показатели, характеризующие органолептические свойства (запах, вкус, цветность, прозрачность, мутность);

2 – показатели, характеризующие химический состав воды (рН, жесткость, БПК, ХПК и другие);

3 – показатели, характеризующие эпидемическую безопасность воды (общее микробное число и число бактерий группы *Coli*).

Отбор проб воды и их консервация

Отбор проб – операция, от правильного выполнения которой во многом зависит точность получаемых результатов. Неправильный выбор пунктов, горизонтов, времени наблюдений, ошибки в организации и технике отбора проб приводят к более серьезным искажениям получаемой информации, чем некорректный анализ.

В нормативных документах (ГОСТ Р 51592-2000, ИСО 5667-2, ИСО 5667-3 и др.) определены основные правила и рекомендации, которые следует использовать для получения репрезентативных проб. Различные виды водоемов обуславливают некоторые особенности отбора проб в каждом случае.

Пробы из рек и водных потоков отбирают для определения качества воды в бассейне реки, пригодности воды для пищевого использования, орошения, рыбозаведения, купания и водного спорта, установления источников загрязнения. Для определения влияния места сброса сточных вод и вод притоков, пробы отбирают выше по течению и в точке, где произошло полное смешение вод. Отбор проб из *озер* должен быть тщательно спланирован, в связи с тем, что качество воды в озерах сильно различается по глубине из-за термальной стратификации, причиной которой могут быть фотосинтез в поверхностной зоне, подогрев воды, воздействие донных отложений или внутренняя циркуляция. Поскольку качество воды в водоемах подвержено суточной цикличности, ежедневные пробы следует отбирать в одно и то же время суток. При отборе проб следует обращать внимание на сопровождающие отбор проб гидрологические и климатические условия, такие, как осадки и их обилие, паводки, межень и застойность водоема.

Для отбора проб используют стеклянные бутылки вместимостью не менее 1 л, открывающиеся и наполняющиеся на требуемой глубине. Посуду для отбора проб тщательно отмывают мыльной водой и многократно ополаскивают чистой теплой водой. Перед отбором проб посуду ополаскивают не менее трёх раз отбираемой водой и закупоривают стеклянными или пластмассовыми пробками, прокипяченными в дистиллированной воде. Между пробкой и отобранной пробой оставляют воздух объемом 5 – 10 мл.

В качестве объекта исследования используются различные воды: питьевая, природные (водоемов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения) и по возможности сточные (нормативно-очищенные, стоки неизвестного происхождения, ливневые).

Объем отбираемых проб зависит от числа отбираемых параметров. Для неполного анализа требуется около 1 л, для полного анализа необходимо 3 л воды. В зависимости от вида и происхождения вод взятие пробы осуществляют следующим образом:

1) **отбор проб водопроводной воды.** На водопроводный кран надевают резиновый шланг, конец которого опускают до дна бутылки для проб. Медленно открывают кран, пока вода не потечет непрерывной струей толщиной около 0,5 см. После наполнения сосуда водой его оставляют под краном до тех пор, пока температура перетекающей через край воды не станет постоянной. Если требуется определить содержание токсичных веществ в водопроводной воде, пробу берут сразу после открытия крана.

2) **отбор проб из рек и ручьев.** Усредненную пробу берут в местах наиболее сильного течения, лучше в фарватере течения. Пробу берут под поверхностью воды, в верхней трети общей глубины (обычно 20-30 см под поверхностью). Если в реку есть промышленный сток, то стараются отобрать пробу в месте полного смешения потоков. Не рекомендуется отбирать пробу перед и непосредственно за плотиной.

3) **отбор проб из прудов, озер, водохранилищ.** Обычно берут серию проб по створам и глубине. Не рекомендуется отбирать среднюю пробу. При отборе проб стоячей воды следует избегать мест с густыми зарослями водных растений.

4) **отбор проб из родников, колодцев.** Пробу текущей воды берут непосредственно в сосуд. Если родник надо чистить, то это делают за день до взятия пробы, углубляя дно ключа так, чтобы в углубление можно было погрузить бутылку. Отбор проб из колодцев проводят в летнее время при сухой погоде. Пробу отбирают после 20-минутного откачивания воды из колодца. Если колодец долгое время не эксплуатировался, то воду из него выкачивают полностью и оставляют до тех пор, пока он снова не наполнится, затем отбирают пробу.

Для получения достоверных результатов анализ воды следует выполнять, по возможности, скорее. В воде протекают процессы окисления – восстановления, сорбции, седиментации, биохимические процессы, вызванные жизнедеятельностью микроорганизмов и др. В результате некоторые компоненты могут окисляться или восстанавливаться: нитраты – до нитритов или ионов аммония; сульфаты – до сульфитов; кислород может расходоваться на окисление органических веществ.

Соответственно могут изменяться и органолептические свойства воды – запах, привкус, цвет, мутность. Биохимические процессы можно замедлить, охладив воду до температуры 4 – 5⁰С (в холодильнике). Если анализ сразу выполнить не удастся, пробы консервируют. Универсального консервирующего средства не существует, поэтому пробы для анализа отбирают в несколько бутылей, добавляя соответствующие химикаты в зависимости от определяемых компонентов (табл.9).

Таблица 9 – Способы консервации, особенности отбора и хранения проб

Анализируемый показатель	Способ консервации и количество консервантов на 1 л воды	Максимальное время хранения пробы	Особенности отбора и хранения проб
1. Активный хлор	Не консервируют	Несколько минут	-
2. Алюминий	Не консервируют	4 часа	-
	3 мл концентрированной соляной кислоты (до pH 2)	2 сут.	-
3. Аммиак и ионы аммония	Не консервируют	2 часа	-
	То же	1 сут.	Хранить при 4 ⁰ С
	2 – 4 мл хлороформа или 1мл концентрированной серной кислоты	1 – 2 сут.	-
4. Биохимическое потребление кислорода (БПК)	Не консервируют	3 часа	Отбирать только в стеклянные бутылки
	То же	1 сут.	Хранить при 4 ⁰ С
5. Взвешенные вещества	Не консервируют	4 часа	Перед анализом взболтать
6. Вкус и привкус	Не консервируют	2 часа	Отбирать только в стеклянные бутылки
7. Водородный показатель (рН)	Не консервируют	При отборе пробы	-
	То же	6 часов	В бутылки не оставлять пузырьков воздуха, предохранять от нагревания
8. Гидрокарбонаты	Не консервируют	2 сут.	-
9. Железо общее	Не консервируют	4 часа	-
	3 мл концентрированной соляной кислоты (до pH 2)	2 сут.	-
10. Жесткость общая	Не консервируют	2 сут.	-
11. Запах (без нагревания)	Не консервируют	2 часа	Отбирать только с стеклянные бутылки

12. Кальций	Не консервируют	2 сут.	-
13. Карбонаты	Не консервируют	2 сут.	-
14. Металлы тяжелые (медь, свинец, цинк)	Не консервируют	В день от- бора	-
	3 мл азотной кис- лоты(до рН 2)	3 сут.	-
	То же	1 мес.	Хранить при 4 ⁰ С
15. Мутность	Не консервируют	2 часа	Перед анализом взболтать
16. Нефтепродукты	Не консервируют	В день отбора	Отбирать в стеклян- ные бутылки, для анализа используют весь объем пробы
	2 – 4 мл хлороформа	5 сут.	-
	Экстракция на месте отбора	1 мес.	-
17. Никель	Не консервируют	В день отбора	-
	3 мл концентриро- ванной азотной (соляной) кислоты (до рН 2)	1 мес.	Хранить при 4 ⁰ С
18. Нитраты	Не консервируют	2 часа	-
	2 – 4 мл хлороформа	3 сут.	Хранить при 4 ⁰ С
19. Нитриты	Не консервируют	2 часа	-
	2 – 4 мл хлороформа	3 сут.	Хранить при 4 ⁰ С
20. Окисляемость бихроматная (ХПК)	Не консервируют	4 часа	-
	10 мл серной кис- лоты	1 сут.	Хранить при 4 ⁰ С
21. Окисляемость перманганатная	Не консервируют	4 часа	-
	50 мл раствора сер- ной кислоты (1 : 3)	1 сут.	Хранить при 4 ⁰ С, при определении учиты- вать количество прибавленной кис- лоты
22. Пенистость	Не консервируют	В день отбора	-

23. Поверхностно-активные вещества (ПАВ), анионоактивные	Не консервируют	В день отбора	Хранят при 4 ⁰ С
	2 – 4 мл хлороформа	1 – 2 сут.	-
24. Прозрачность	Не консервируют	4 часа	-
25. Растворенный кислород	Не консервируют	1 сут.	Отбирать в кислородные склянки и фиксировать на месте отбора
26. Сероводород (сульфиды)	Не консервируют	1 сут.	Отбирать в отдельные склянки и фиксировать на месте отбора
27. Сульфаты	Не консервируют	7 сут.	-
28. Сухой остаток	Не консервируют	В день отбора	-
	2 мл хлороформа	1 – 2 сут	-
29. Фенолы	Не консервируют	В день отбора	Отбирать в стеклянные бутылки
	4 г гидроксида натрия	1 – 2 сут.	Хранить при 4 ⁰ С
30. Фосфаты (полифосфаты, общий фосфор)	Не консервируют	В день отбора	-
	2 – 4 мл хлороформа	1 сут.	-
31. Фториды	Не консервируют	7 сут.	Отбирать в полиэтиленовую посуду
32. Хлориды	Не консервируют	7 сут.	-
33. Хроматы (суммарно)	Не консервируют	В день отбора	Возможна адсорбция хроматов стенками бутылки
	3мл азотной или соляной кислоты (до pH 2)	1 – 2 сут.	То же
34. Цветность	Не консервируют	В день отбора	-
	2 – 4 мл хлороформа	1 – 2 сут.	-

Пробы воды из водопроводных сетей отбирают в целях определения общего уровня качества водопроводной воды, поиска причин загрязнения распределительной системы, контроля степени возможного загрязнения питьевой воды продуктами коррозии. Отбор проб проводят после спуска воды в течении 10 – 15 мин - времени, обычно достаточного для обновления воды с накопившимися загрязнителями. Вода должна медленно течь в пробоотборную емкость о её переполнения.

Методики определения физических и органолептических показателей воды

Цель выполнения работы: определить физические и органолептические показатели питьевой воды (запах, мутность, цветность, pH), установить соответствие полученных данных санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам (СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения»).

К основным физическим и органолептическим показателям питьевой воды относятся: запах, мутность, цветность, прозрачность, pH (водородный показатель), температура.

Органолептические свойства нормируются по интенсивности их восприятия человеком – это запах, привкус, цветность, прозрачность, мутность, температура, примеси (пленка, водные организмы).

Температура. Этот показатель зависит от происхождения источника водоснабжения, времени года. Температуру определяют сразу после отбора пробы или непосредственно в водоеме термометром с ценой деления 0,1 °С. Термометр держат в воде не менее 5 минут.

Мутность. Вода бывает мутной из-за присутствия в ней взвешенных частиц: глины, песка, ила, органических взвесей, недостаточного качества очистки.

Существует несколько методов определения мутности воды: весовой, визуальный (сравнение мутности исследуемой воды со стандартным образцом), фотоэлектроколориметрический (основан на способности взвешенных частиц рассеивать свет).

Запах. В зависимости от происхождения запахи делят на две группы:

1-я – запах естественного происхождения (от живущих и умирающих в воде организмов, влияния берегов, дна, срубов колодцев, состояния водопроводной сети);

2-я – запах искусственного происхождения (от обработки водопроводной воды реагентами, длительного хранения и пр.).

Запахи первой группы определяют при $t = 20$ °С, второй – при $t = 60$ °С. Запахи воды определяют по классификации, представленной в табл. 10.

Таблица 10 – Классификация запахов

Символ	Характеристика
А	Ароматный
Б	Болотный
Г	Гнилостный
Д	Древесный
З	Землистый
П	Плесневелый
Р	Рыбный
С	Сероводородный
Т	Травянистый
Н	Неопределенный
Х	Хлорный

Чистая природная и питьевая вода запахов не имеет.

Интенсивность запаха (вкуса) воды определяют по 5-балльной шкале (табл. 11).

Таблица 11 – Интенсивность запахов (вкуса)

Балл	Запах (вкус)	Описание определения
0	Отсутствует	Не ощущается
1	Очень слабый	Обнаруживается только опытным исследователем
2	Слабый	Обнаруживается потребителем только в том случае, если указать на него
3	Заметный	Обнаруживается потребителем, вызывает его неодобрение
4	Отчетливый	Обращает на себя внимание и делает воду не пригодной для питья
5	Очень сильный	Делает воду совершенно не пригодной для питья

Цветность. Это природное свойство воды, обусловленное наличием гуминовых веществ, которые придают ей окраску от желтоватого до коричневого цвета. Гуминовые вещества, образующиеся при разрушении органических соединений в почве, вымываются из нее и поступают в водоемы. Бывает, что цветность воды повышается из-за ненадлежащего качества очистки воды.

Чистая вода в малом объеме бесцветна, в толстом слое – голубоватого оттенка. Иные оттенки свидетельствуют о наличии в воде различных растворимых и взвешенных примесей.

Цветность воды определяется в *градусах цветности* колориметрическим методом: путем сравнения цвета исследуемой воды с эталонной шкалой (кобальтобихроматная), имитирующей эту окраску. Вода, имеющая цветность < 20 градусов, считается бесцветной.

pH (концентрация ионов водорода или активная реакция воды). Водородный показатель выражают величиной ***pH***, представляющей собой десятичный логарифм концентрации ионов водорода, взятый с обратным знаком:

$$pH = -\lg C_{H^+} \quad (1)$$

pH определяют в интервале от 1 до 14. ***pH*** большинства природных вод находится в пределах от 6,5 до 8,5 и зависит от соотношения концентраций свободного диоксида углерода (CO_2) и бикарбонат-иона (HCO_3^-). Более низкие значения ***pH*** могут наблюдаться в кислых болотных водах. Летом при интенсивном фотосинтезе ***pH*** может повыситься до 9,0. Данный показатель



является индикатором загрязнения открытых водоемов при выпуске в них кислых или щелочных сточных вод.

Качество питьевой воды, по СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения», представлено в табл. 12.

Таблица 12 – СанПиН 2.1.4.1074-01

Запах	Мутность	Цветность	<i>pH</i>
≤ 2 балла	≤ 1,5 мг/л	≤ 20 град	6,5–8,5

Определение сухого остатка

Сухой остаток характеризует общее содержание в воде растворенных минеральных и частично органических веществ, температура кипения которых превышает 105 - 110⁰С, нелетучих с водяным паром и не разлагающихся при этой температуре.

В водоемах - источниках водоснабжения сухой остаток не должен превышать 1000 мг/л. Употребление человеком воды с повышенным содержанием вызывает различные заболевания.

Лишь в отдельных случаях, по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы допускается его содержание до 1500 мг/л.

Сухой остаток определяют *гравиметрическим* методом, основанном на определении веса высушенного остатка, полученного после выпаривании пробы. Перед определением пробу необходимо фильтровать либо отстаивать для отделения от взвешенных веществ.

Последовательность выполнения работы

Определение запаха воды

В пробе воды определить вид и интенсивность запаха при температуре 20 и 60 °С. В коническую колбу объемом 250 мл на 2/3 ее объема налить воды из-под крана, предварительно слив первые порции, накрыть часовым стеклом или калькой, взболтать вращательными движениями, открыть и понюхать воду. Оценить вид и интенсивность запаха по табл. 1, 2. Эту же колбу закрыть плотно калькой и на водяной бане поднять температуру воды до 60 °С. Воду взболтать вращательным движением, снять кальку и втянуть носом воздух из колбы. Оценить вид и интенсивность запаха нагретой воды.

Определение цветности воды

Цветность воды определяется визуально по кобальто-бихроматовой шкале цветности (количественное определение).

В цилиндр налить 50 мл исследуемой питьевой воды и, просматривая окраску

контрольных растворов шкалы сверху вниз на белом фоне, найти тот цилиндр шкалы, в котором окраска совпадает с окраской питьевой воды. Записать *градус цветности*, соответствующий окраске питьевой воды. Предлагаемый метод определения цветности воды является унифицированным на основе РД 52.24.497–95 и ГОСТа 3351.

При цветности воды выше 35 градусов водопотребление ограничивается.

Качественное определение цветности воды проводят, характеризуя цвет воды в пробирке высотой 10–12 см (например, бесцветная, слабо-желтая, желтая, буроватая и т.д.). Этот метод определения цветности, являющийся наиболее простым, в то же время рекомендован ГОСТ 1030.

Выполнение анализа проводят так. Заполните пробирку водой до высоты 10–12 см. Определите цветность воды, рассматривая пробирку сверху на белом фоне при достаточном боковом освещении (дневном, искусственном). Отметьте наиболее подходящий оттенок из приведенных в таблице, либо заполните свободную графу в таблице 13.

Таблица 13 – Показатели цветности воды

Цветность воды	
Слабо-желтоватая	Коричневатая
Светло-желтоватая	Красно-коричневатая
Желтая	Другая (укажите какая)
Интенсивно-желтая	

Метод количественного определения мутности и прозрачности

Метод количественного определения прозрачности основан на определении высоты водяного столба, при которой еще можно визуально различить (прочсть) черный шрифт высотой 3,5 мм и шириной линии 0,35 мм на белом фоне или увидеть юстировочную метку (например, черный крест на белой бумаге). Используемый метод является унифицированным и соответствует ИСО 7027. Проведению анализа могут мешать вещества, окрашивающие воду, а также пузырьки воздуха.

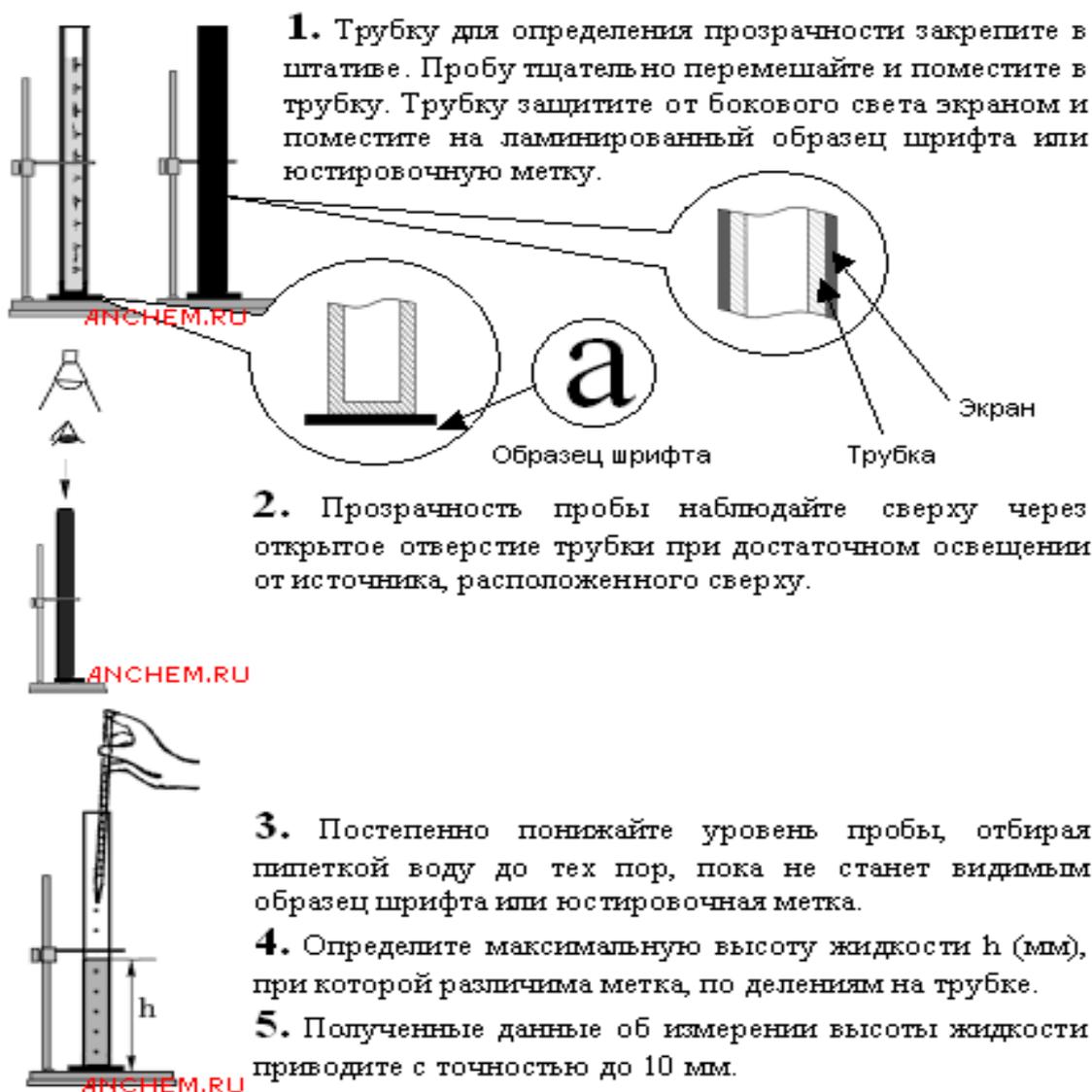
Оборудование. Ламинированный образец шрифта (высота 3,5 мм, ширина линии 0,35 мм) или юстировочная метка (2 шт.). Пипетка для отбора воды, трубка для определения прозрачности (длина 600 мм; диаметр 25 мм), экран для трубки, шприц с соединительной трубкой. Для устойчивости трубку для определения прозрачности лучше закреплять в штативе.

Пенистость

Пенистостью считается способность воды сохранять искусственно созданную пену. Данный показатель может быть использован для качественной оценки присутствия таких веществ, как детергенты (поверхностно-активные вещества) природного и искусственного происхождения и др.

Пенистость определяют, в основном, при анализе сточных и загрязненных природных вод.

Методика анализа проста: колбу на 0,5 л заполняют на 1/3 водой, взбалтывают около 30 сек. Проба считается положительной, если пена сохраняется более 1 мин. Величина рН воды при этой процедуре должна быть 6,5–8,5 (при необходимости воду нейтрализуют).



Определение рН воды

Для определения рН воды используется универсальная индикаторная бумага. С ее помощью можно определить рН с точностью до 0,2–0,3.

В стакан налить исследуемую воду, намочить полоску универсальной индикаторной бумаги, сравнить ее цвет со шкалой и определить значение рН питьевой воды.

Оценить качество водопроводной воды в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01. По каким показателям вода не соответствует требованиям?

Определение сухого остатка

(Вода питьевая. Метод определения содержания сухого остатка.
ГОСТ 18164-72)

Аппаратура: муфельная печь; тигли; мерный цилиндр; аналитические весы.

Материал: вода водоема.

Ход определения. Пробы воды выпаривают и высушивают остаток при 110⁰С до постоянной массы. Величину сухого остатка (в мг/л) вычисляют по формуле:

$$M_{CO} = \frac{(M_1 - M_2)}{V} \cdot 10^6,$$

где : M_1, M_2 – масса тигля с сухим остатком и пустого тигля, мг.

V – объем воды, взятой для определения, мл.

10^6 – коэффициент пересчета единиц измерения из г/мл в мг/л.

Для многих технологических целей определяют потери при прокаливании и *зольность* (%). Зольность характеризует содержание примесей, не улетучивающихся при температуре «красного каления». Для этого проводят прокалывание при температуре 500 – 600⁰С. Выгорают, т.е. улетучиваются в виде оксидов, углерод, водород, азот, сера и другие примеси. Остаток, называемый золой, после охлаждения взвешивают. *Потери при прокаливании* – это абсолютное количество улетучившихся примесей (мг/л).

Определение жесткости воды

(ГОСТ Р 52407-2005 Вода питьевая Методы определения жесткости)

Жесткость воды отражает содержание в ней ионов кальция и магния. Различают общую J_o , карбонатную J_k и некарбонатную $J_{нк}$ жесткость.

$$J_o = J_k + J_{нк}$$

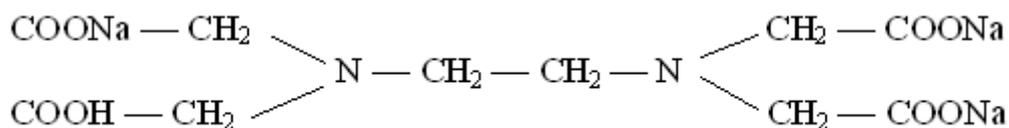
Карбонатная жесткость J_k обусловлена присутствием в воде гидрокарбонатов кальция и магния ($Ca(HCO_3)_2, Mg(HCO_3)_2$), а *некарбонатная жесткость* $J_{нк}$ - хлористыми, сернокислыми и другими некарбонатными солями кальция и магния.

Различают также постоянную и временную (устранимую) жесткость. *Устраняемая жесткость* определяется экспериментально и показывает на сколько уменьшилась жесткость воды за 1 час кипячения. За это время бикарбонаты переходят в малорастворимые карбонаты, что приводит к образованию накипи и уменьшению жесткости воды.

$$J_{пост} = J_o - J_{вр}$$

Общую J_0 и карбонатную J_k жесткость воды определяют методом титрования.

Основным рабочим раствором является трилон Б – динатриевая соль этилендиамин-тетрауксусной кислоты:



Определение суммарного содержания ионов кальция и магния основано на способности трилона Б образовывать с этими ионами прочные комплексные соединения в щелочной среде, замещая свободные ионы водорода на катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} : $\text{Ca}^{2+} + \text{Na}_2\text{H}_2\text{R} \rightarrow \text{Na}_2\text{CaR} + 2\text{H}^+$, где R – радикал этилендиаминтетрауксусной кислоты.

В качестве индикатора используется хромоген черный, дающий с Mg^{2+} соединение винно-красного цвета; при исчезновении Mg^{2+} он приобретает голубую окраску. Реакция идет при $\text{pH} \sim 10$, что достигается добавлением в пробу аммиачного буферного раствора ($\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$). В первую очередь связываются ионы кальция, а затем магния.

Определению мешают ионы меди ($> 0,002$ мг/л), марганца ($> 0,05$ мг/л), железа ($> 1,0$ мг/л), алюминия ($> 2,0$ мг/л).

Оборудование, реактивы: бюретка; пипетки: 15 мл и 100 мл; колба коническая 250 мл; капельница; мерный цилиндр 100 мл; раствор трилона Б $\sim 0,05$ Н; раствор MgSO_4 0,05Н; аммиачный буферный раствор ($(\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl})$); индикатор хромоген черный.

Материал: вода водоема.

Ход работы:

1. *Определение нормальности* трилона Б производится по стандартному 0,05 Н раствору MgSO_4 . В коническую колбу отмеряют пипеткой 15 мл 0,05Н раствор MgSO_4 , добавляют 85 мл дистиллированной воды (до 100 мл мерным цилиндром), приливают 5 мл аммиачного буферного раствора и 5 капель индикатора хромогена черного, после чего проводят титрование раствором трилона Б ($\sim 0,05$ Н).

Пробу титруют до появления голубой окраски от одной прилитой капли трилона Б, что свидетельствует об исчезновении ионов Mg^{2+} . Дальнейшее прибавление трилона Б не изменяет голубой окраски раствора, поэтому следует внимательно следить за постепенным изменением окраски от винно-красной через переходные окраски (фиолетовую, грязно-синюю) до голубой.

Титрование проводится дважды. Поправочный коэффициент к нормальности трилона Б рассчитывают по формуле:

$$K = \frac{n_{\text{мл}} \text{MgSO}_4}{n_{\text{мл}} \text{трилонаБ}}$$

2. Определение общей жесткости пробы.

Пипеткой Мора отмеряют 100 мл испытуемой воды в коническую колбу, добавляют буферный раствор и индикатор (в том же количестве, что и при определении поправочного коэффициента), и титруют раствором трилона Б. определение повторяют и берут средний результат.

Вычисление общей жесткости в мг-экв/л производят по формуле:

$$Ж_0 = \frac{n \cdot N \cdot K \cdot 1000}{V},$$

где: n- количество трилона Б, израсходованное на титрование, в мл; K – поправочный коэффициент к нормальности трилона Б; V – объем пробы, в мл; N – нормальность трилона Б.

Для питьевых целей предпочитают воду средней жесткости, для промышленных и хозяйственных целей – мягкую. Жесткость питьевой воды по стандарту должна быть не выше 7 мг-экв/л. Вода с жесткостью свыше 10 мг-экв/л часто имеет неприятный вкус.

При использовании очень жесткой воды ухудшается течение почечно-каменной болезни. Жесткие воды способствуют появлению дерматитов. При повышенном поступлении в организм кальция с питьевой водой на фоне йодной недостаточности часто возникает зубная болезнь.

Таблица 14 – Степень жесткости природных вод

Характеристика Воды	Жесткость, мг-экв/л	Характеристика воды	Жесткость, мг-экв/л
Мягкая	< 4	Жесткая	8 – 12
Средней жесткости	4 - 8	Очень жесткая	> 12

Определение химической окисляемости воды и химического потребления кислорода (Методика выполнения измерений химического потребления кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом ПНД Ф 14.1:2.100-97).

Под *окисляемостью* воды понимают количество кислорода в мгО/л искусственно введенного окислителя (например, KMnO_4 или $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), идущее на окисление содержащихся в воде органических веществ. Различают перманганатную (KMnO_4), бихроматную ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) и иодатную (KIO_3) окисляемость.

Повышенная окисляемость может указывать на загрязнение воды органическими веществами. Прямое определение органических веществ в воде является сложной и трудоемкой задачей. Поэтому пользуются более простыми косвенными методами, например методом определения *перманганатной окисляемости*, дающим представление о содержании в воде легко окисляющихся органических веществ. Его используют для анализа природных малозагрязненных

вод. В более загрязненных водах – определяют бихроматную ($K_2Cr_2O_7$) или иодатную (KIO_3) окисляемость, т.к. ими достигается наиболее полное окисление (95 – 100%).

В природных водах содержание трудноокисляющихся органических веществ обычно крайне мало и результаты, получаемые при анализе природных вод бихроматным и перманганатным методами, достаточно близки. Наименьшую окисляемость имеют глубинные подземные воды 1 – 2 мг О/л. В грунтовых водах окисляемость обычно выше – 2-4 мг О/л. В воде открытых водоемов окисляемость повышается до 5 – 6 мг О/л в реках и до 6 – 8 мг О/л в водохранилищах, достигая еще больших величин в водах болотного происхождения.

Нормативы на окисляемость:

Для питьевой воды – 5 мг О/л (для перманганатной окисляемости); для водоемов хозяйственно-питьевого назначения – 15 мг О/л; для водоемов культурно-бытового назначения – 30 мг О/л (для бихроматной окисляемости).

Бихроматную и иодатную окисляемость называют химической потребностью в кислороде (ХПК). Величина отношения перманганатной окисляемости к бихроматной (ПО/ХПК) позволяет судить о природе органических веществ в воде.

Отношение $ХПК/C_{орг.}$ используют для характеристики степени окисленности органических веществ, которая служит косвенным показателем их химической природы и происхождения. *Теоретическим значением ХПК* называют количество кислорода (или окислителя в пересчете на кислород) в мг/л, необходимое для полного окисления содержащихся в пробе органических веществ, при котором углерод, водород, сера, фосфор и другие элементы (кроме азота), если они присутствуют в органическом веществе, окисляются до CO_2 , H_2O , P_2O_5 , SO_2 , а азот превращается в аммонийную соль.

Например, при окислении синильной кислоты протекает реакция:



а при окислении фталата калия бихроматом на окисление двух молекул фталата расходуется 16 молекул кислорода, связанного в бихромате.

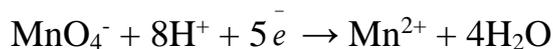


В весовом отношении $ХПК_{теор.}$ для 1 мг фталата калия составляет 1,175 мг О. Практически получаемый результат составляет 95 – 98% от $ХПК_{теор.}$, потеря объясняется, главным образом, образованием летучих, устойчивых к окислению продуктов распада (CO , CH_4).

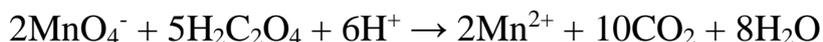
Определение перманганатной окисляемости воды методом Кубеля

Метод Кубеля для определения перманганатной окисляемости получил широкое распространение вследствие своей простоты и регламентирован международным стандартом ИСО 8467.

Определение основано на том, что KMnO_4 , будучи сильным окислителем, реагирует с присутствующими в воде восстановителями (органические вещества, соли железа (II), нитраты). Ион MnO_4^- переходит при этом в Mn^{2+} по уравнению:



Избыток KMnO_4 реагирует с вводимой в раствор щавелевой кислотой:



Не вступившая в реакцию щавелевая кислота оттитровывается KMnO_4 по приведенному уравнению.

Аппаратура, реактивы: бюретка для титрования; пипетки 10 мл, 15 мл, 50 мл, 100 мл; колба коническая термостойкая 250 мл; электроплитка; стеклянная воронка; раствор перманганата калия 0,01Н; раствор щавелевой кислоты 0,01Н; серная кислота (1:3), предварительно окисленная на холоде раствором KMnO_4 до слабо-розовой окраски для удаления возможных восстановителей.

Материал: вода поверхностного источника.

Ход работы

В термостойкую колбу отмеряют пипеткой 100 мл исследуемой воды, приливают 5 мл H_2SO_4 (1 : 3) и 15 мл 0,01 Н раствора KMnO_4 . Кипятят колбу 10 мин., жидкость приобретает красноватый оттенок. В окрашенную жидкость приливают пипеткой 15 мл 0,01 Н раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, содержимое колбы при этом обесцвечивается. Титрируют колбу до появления устойчивой слабо розовой окраски от одной прибавленной капли KMnO_4 . Записывают суммарное количество KMnO_4 , израсходованного на окисление органических веществ в пробе и 15 мл $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

Вычисление результатов производится по формуле:

$$\text{ХПК, мгО/л} = \frac{8 \cdot N \cdot (A - B) \cdot 1000}{V},$$

где

8 – эквивалентная масса кислорода;

N - нормальность раствора KMnO_4 (0,01 Н);

A – количество KMnO_4 , израсходованное на окисление органических веществ и 15 мл $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, мл;

B – количество KMnO_4 , израсходованное на окисление 15 мл $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, мл;

V – объем пробы воды, взятой для анализа, мл.

Определение бихроматной окисляемости воды

Окисление органических веществ бихроматом калия протекает в кислой среде в присутствии катализатора (сульфата серебра):



Неизрасходованный бихромат калия, добавляемый к пробе воды, титруют раствором железоммонийных квасцов (солью Мора). Таким образом, по количеству израсходованной соли Мора можно определить количество израсходованного на титрование бихромата калия, и, соответственно, содержание органических веществ в пробе воды. Данная методика регламентирована международным стандартом ИСО 6060.

Реактивы: серная кислота ч.д.а. 96%-ная; серебра сульфат ч.д.а. кристаллический (катализатор); N-фенилантраниловая кислота или ферроин; калия бихромат 0,25N; ртути сульфат (II), ч.д.а. (для маскировки хлоридов); соль Мора 0,25N.

Определение титра: разбавляют 25 мл 0,25N раствора бихромата калия дистиллированной водой до 250 мл, прибавляют 25мл концентрированной серной кислоты и после охлаждения титруют раствором соли Мора при добавлении 5 капель раствора N-фени-лантраниловой кислоты (переход окраски из зеленой в красную).

Ход определения

Пробу в 20 мл или меньший её объем, доведенный до 20 мл, переносят в колбу, прибавляют 0,4 г HgSO_4 , 0,4г Ag_2SO_4 , 10 мл бихромата калия и 30 мл серной кислоты. После подсоединения холодильника кипятят в течение 2 часов. Далее охлаждают на плитке, промывают холодильники дистиллированной водой в колбу, после чего охлаждают под холодной водой. Добавляют 5-10 капель индикатора и оттитровывают избыток бихромата титрованным раствором соли Мора. Результат холостой пробы получают аналогично, обрабатывая 20мл дистиллированной воды.

ХПК, выраженное в мг О/л, вычисляют по формуле:

$$\text{ХПК} = (A - B) \cdot N \cdot 8 \cdot 1000 / V$$

где: А- объем раствора соли Мора, израсходованный на титрование холостой пробы, мл; В- объем раствора соли Мора, израсходованный на титрование пробы, мл; N - нормальность раствора соли Мора; V- объем анализируемой пробы сточной воды, мл; 8 – эквивалент кислорода.

Определение растворенного в воде кислорода

Winkler L.W. Die Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes. // Chem. Ber. 1888, v. 21, pp. 2843-2855.

Количество растворенного в воде кислорода имеет большое значение для оценки санитарного и экологического состояния водоемов, его снижение указывает на резкое изменение биологических процессов в водоеме, а также на загрязнение водоемов веществами, химически интенсивно окисляющимися (в первую очередь органическими). На концентрацию O_2 в воде также влияют природные факторы: атмосферное давление, температура, тип водоема, время года.

Концентрация растворенного O_2 в пробе, отобранной до 12 часов дня, не должна быть ниже 4 мг/л в любой период года. ПДК растворенного в воде кислорода для рыбохозяйственных водоемов установлена 6 мг/л (для ценных пород рыб), либо 4 мг/л (для остальных пород).

Однако пересыщение воды кислородом также неблагоприятно сказывается на их состоянии. Уменьшение концентрации растворенного кислорода до 2 мг/л вызывает массовую гибель рыб и других гидробионтов.

В поверхностных водах содержание растворенного кислорода может колебаться от 0 до 14 мг/л и подвержено значительным сезонным и суточным изменениям.

Таблица 15 – Содержание O_2 в водоемах с различной степенью загрязненности

Уровень загрязненности воды и класс качества	Растворенный кислород		
	лето, мг/л	зима, мг/л	% насыщения
очень чистые, I	9	14 - 13	95
чистые, II	8	12 - 11	80
умеренно загрязненные, III	7 - 6	10 - 9	70
загрязненные, IV	5 - 4	5 - 4	60
грязные, V	3 - 2	5 - 1	30
очень грязные, VI	0	0	0

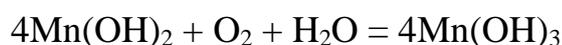
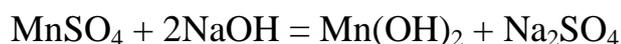
В загрязненных сточных водах растворенного кислорода либо не бывает совсем, либо его концентрация не превышает 0,5 – 1 мг/л. Очищенные сточные воды, выпускаемые в водоем, обычно содержат 4 – 8 мг/л растворенного кислорода.

Для систематического контроля содержания кислорода в поверхностных водах используют йодометрический (по Винклеру) и электрохимический метод.

Определение растворенного в воде кислорода по Винклеру

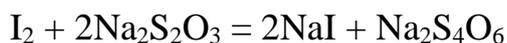
Определение концентрации растворенного кислорода проводится методом йодометрического титрования, общепринятым при санитарно-химическом и экологическом контроле (ИСО 5813).

Метод основан на использовании растворенного кислорода, содержащегося в определенном объеме воды, для окисления гидроксида марганца (II) в гидроксид марганца (III):



Гидроксид марганца (III), в свою очередь, окисляет в кислой среде KI с образованием свободного йода в количестве, эквивалентном кислороду:





Предел обнаружения растворенного кислорода по этому методу составляет 0,05 мг/л.

Аппаратура, реактивы: склянки с притертой пробкой 120мл; пипетки 1мл, 2мл; конические колбы 250 – 300мл; бюретка для титрования; мерные колбы 50мл, 500мл; сульфат или хлорид марганца (II) раствор. Растворяют 200 г $MnSO_4 \cdot 2H_2O$ (или 240 г $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ или 182 г $MnSO_4 \cdot H_2O$ или 212,5г $MnCl_2 \cdot 4H_2O$) в дистиллированной воде и доводят объем до 1 / 2 л. Фильтруют через бумажный фильтр. Разбавленный раствор в кислой среде при добавлении KI не должен выделять свободного йода.

Щелочной раствор KI: а) растворяют 75г KI в 50 мл дистиллированной воды. При подкислении разбавленный раствор не должен выделять йод; б) растворяют 250г NaOH или 350г KOH в 250мл дистиллированной прокипяченной воды (для удаления CO_2). Оба раствора смешивают и доводят объем до 1 / 2 л; серная кислота пл. 1,84 г/мл, разбавленный раствор 1:1; тиосульфат натрия $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, 0,01Н; крахмал, 1%-ный раствор.

Материал: вода водоема.

Ход работы

Пробы воды отбирают в прокальброванные стеклянные ёмкости с притертой пробкой вместимостью 120мл склянки опускают на глубину 0,5м, вынимают и сразу закрывают пробкой, чтобы под пробкой не образовались пузырьки воздуха. После этого сразу же на месте отбора фиксируют кислород, для чего в склянки при помощи пипетки на 1мл, погружая ее до дна, вносят 1 мл раствора $MnSO_4$ или $MnCl_2$. Другой такой пипеткой в верхнюю часть склянки вносят 1мл щелочного раствора KI. Склянку осторожно закрывают пробкой, при этом из склянки выливают 2мл исследуемой воды, т.е. столько, сколько налили реактивов. Затем жидкость перемешивают перевертыванием. В таком состоянии оставляют пробу для транспортировки.

Перед титрованием (осадок должен хорошо осесть) приливают 2мл $H_2SO_4(1:1)$. Раствор H_2SO_4 вносят пипеткой в нижнюю часть склянки, при этом часть жидкости переливается через край. Закрывают склянку пробкой по тем же правилам и перемешивают до растворения осадка $Mn(OH)_3$.

После этого всю пробу переливают в коническую колбу для титрования вместимостью 250 -300 мл и быстро титруют 0,01 Н раствором тиосульфата натрия при непрерывном помешивании до слабо-желтого цвета, после чего прибавляют 1 мл раствора крахмала и продолжают титровать до исчезновения синей окраски.

Расчет содержания растворенного кислорода в воде O_2 (мл/г) производится по формуле:

$$[O_2] = \frac{A \cdot H \cdot 8 \cdot 1000}{V_1 - V_2}$$

где: А- объем тиосульфата натрия, пошедшего на титрование, мл;

Н- нормальность $Na_2S_2O_3$ с учетом поправки; V_1 - объем пробы в склянке, мл (120 мл); V_2 - объем реактивов, добавленный до образования $Mn(OH)_2$, (2мл);

1000- пересчет на 1л; 8- эквивалентная масса кислорода, соответствующая 1мл 1Н раствора Na₂S₂O₃.

Степень насыщения воды кислородом находят по формуле:

$$N = C_1 \cdot 100 / C_2, \%$$

где: C₁ – найденная концентрация кислорода, мг.

C₂ – равновесная концентрация, взятая из таблицы 16 для температуры воды, измеренной при отборе пробы.

Таблица 16 – Зависимость равновесной концентрации кислорода в воде от температуры (атмосферное давление –760 мм рт. ст.)

Температура °C	Равновесная концентрация растворенного кислорода (в мг/л) при изменении температуры на десятые доли °C (C ₂)									
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	14,65	14,61	14,57	14,53	14,49	14,45	14,41	14,37	14,33	14,29
1	14,25	14,21	14,17	14,13	14,09	14,05	14,02	13,98	13,94	13,90
2	13,86	13,82	13,79	13,75	13,71	13,68	13,64	13,60	13,56	13,53
3	13,49	13,46	13,42	13,38	13,35	13,31	13,28	13,24	13,20	13,17
4	13,13	13,10	13,06	13,03	13,00	12,96	12,93	12,89	12,86	12,82
5	12,79	12,76	12,72	12,69	12,66	12,59	12,56	12,53	12,52	12,49
6	12,46	12,43	12,40	12,36	12,33	12,30	12,27	12,24	12,21	12,18
7	12,14	12,11	12,08	12,05	12,02	11,99	11,96	11,93	11,90	11,87
8	11,84	11,81	11,78	11,75	11,72	11,70	11,67	11,64	11,61	11,58
9	11,55	11,52	11,49	11,47	11,44	11,41	11,38	11,35	11,33	11,30
10	11,27	11,24	11,22	11,19	11,16	11,14	11,11	11,08	11,06	11,03
11	11,00	10,98	10,95	10,93	10,90	10,87	10,85	10,82	10,80	10,77
12	10,75	10,72	10,70	10,67	10,65	10,62	10,60	10,57	10,55	10,52
13	10,50	10,48	10,45	10,43	10,40	10,38	10,36	10,33	10,31	10,28
14	10,26	10,24	10,22	10,19	10,17	10,15	10,12	10,10	10,08	10,06
15	10,03	10,01	9,99	9,97	9,95	9,92	9,90	9,88	9,86	9,84
16	9,82	9,79	9,77	9,75	9,73	9,71	9,69	9,67	9,65	9,63
17	9,61	9,58	9,56	9,54	9,52	9,50	9,48	9,46	9,44	9,42
18	9,40	9,38	9,36	9,34	9,32	9,30	9,29	9,27	9,25	9,23
19	9,21	9,19	9,17	9,15	9,13	9,12	9,10	9,08	9,06	9,04
20	9,02	9,00	8,98	8,97	8,95	8,93	8,91	8,90	8,88	8,86
21	8,84	8,82	8,81	8,79	8,77	8,75	8,74	8,72	8,70	8,68
22	8,67	8,65	8,63	8,62	8,60	8,58	8,56	8,55	8,53	8,52
23	8,50	8,48	8,46	8,45	8,43	8,42	8,40	8,38	8,37	8,35
24	8,33	8,32	8,30	8,29	8,27	8,25	8,24	8,22	8,21	8,19
25	8,18	8,16	8,14	8,13	8,11	8,10	8,08	8,07	8,05	8,04
26	8,02	8,01	7,99	7,98	7,96	7,95	7,93	7,92	7,90	7,89
27	7,87	7,86	7,84	7,83	7,81	7,80	7,78	7,77	7,75	7,74
28	7,72	7,71	7,69	7,68	7,66	7,65	7,64	7,62	7,61	7,59
29	7,58	7,56	7,55	7,54	7,52	7,51	7,49	7,48	7,47	7,45
30	7,44	7,42	7,41	7,40	7,38	7,37	7,35	7,34	7,32	7,31

Определение биохимического потребления кислорода

(Биохимическое потребление кислорода в водах. Методика выполнения измерений скляночным методом. РД 52.24.420-2006)

В природной воде водоемов всегда присутствуют органические вещества, которые разрушаются бактериями, претерпевая аэробное биохимическое окисление с образованием двуокиси углерода. На окисление расходуется растворенный в воде кислород и его убыль косвенно является мерой содержания в воде органических веществ. Соответствующий показатель качества воды, характеризующий суммарное содержание в воде органических веществ, называется биохимическим потреблением кислорода (БПК). БПК – количество кислорода в миллиграммах, требуемое для окисления находящихся в 1 л воды органических веществ в аэробных условиях, без доступа света, при 20⁰С, за определенный период в результате протекающих в воде биохимических процессов.

Методом биохимического потребления кислорода определяют количество растворенного кислорода (в миллиграммах на 1 л воды), которое требуется для окисления органического вещества аэробными бактериями.

Время, нужное для полной минерализации органического вещества, зависит при прочих равных условиях от природы органических веществ, содержащихся в испытуемой жидкости. К легкоокисляющимся («биологически мягким») веществам относятся формальдегид, сахара, спирты, фенолы; к тяжело окисляющимся («биологически жестким») – неионогенные ПАВ, гидрохинон; к нормально окисляющимся – нафтолы, крезолы, анионогенные ПАВ, гидрохинон и др.

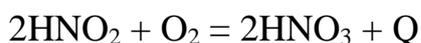
Обычно определяют БПК за 5 суток инкубации (БПК₅), однако содержание некоторых соединений более нормативно характеризуется величиной БПК за 10 суток (БПК₁₀) или за период полного окисления (БПК_{полн.}).

В поверхностных водах величина БПК₅ колеблется в пределах от 0,5 – 5,0 мг/л; она подвержена сезонным и суточным изменениям, что связано с изменением температуры и биохимической активности микроорганизмов.

Норматив на БПК_{полн.} не должен превышать: для водоемов хозяйственно-питьевого водопользования – 3 мг/л, для водоемов культурно-бытового водопользования – 6 мг/л, а БПК₅ для тех же водоемов 2 мг/л и 4 мг/л соответственно.

Определить истинное значение полного БПК сложно, так как при малом содержании в пробе органических веществ одновременно с их окислением идет процесс *нитрификации*.

Нитрификация протекает под воздействием особых нитрифицирующих бактерий. Эти бактерии обеспечивают окисление азотсодержащих соединений, которые обычно присутствуют в загрязненных природных и некоторых сточных водах, и тем самым способствуют превращению азота сначала из аммонийной в нитритную, а затем и нитратную формы по уравнениям:



Количество кислорода, пошедшее на нитрификацию, может в несколько раз превышать количество кислорода, требуемое для биохимического окисления органических веществ. Нитрификация начинается примерно на седьмые сутки инкубации, поэтому при определении БПК за 0 и более суток необходимо вводить в пробу ингибиторы, подавляющие жизнедеятельность нитрифицирующих бактерий. Для этих целей используют тиомочевину, которую вводят в пробу или в разбавляющую воду в количестве 0,5 мг/мл.

Предлагаемый метод определения БПК до появления азота нитритов в количестве 0,1 мг/л с достаточной полнотой характеризует ход процесса биохимического окисления (ИСО 5815).

Определение БПК производится в натуральной или в разбавленной пробе воды по разнице между содержанием растворенного кислорода в склянке в момент постановки опыта и после определенного периода инкубации. Разбавляющую воду добавляют в том случае, если в пробе очень много органических веществ. Пробы воды для определения БПК не консервируют, а анализируют сразу после отбора.

Определение БПК в натуральной пробе воды (без разбавления)

Для определения БПК воды с предполагаемым потреблением кислорода до 6 мг/л пробу воды отбирают в бутылку емкостью 2 л. Температура воды должна быть 20 ± 1 °С; если температура иная, то в лаборатории воду подогревают на водяной бане или охлаждают до требуемой температуры и сильно встряхивают в течение 10 мин для насыщения кислородом воздуха. Если при 20°С содержание растворенного кислорода выше 9 мг/л, что наблюдается во время цветения воды в водоеме (т. е. во время сильного развития водорослей), то жидкость перед анализом фильтруют через планктонную сеть, а избыток кислорода удаляют, так как при инкубации возможно выделение газообразного кислорода и выбрасывание пробки. Для удаления избытка кислорода применяется один из следующих приемов: 1) отсасывание воздуха из бутылки, заполненной жидкостью наполовину (после того как вода примет температуру 20°С), встряхивание склянки ускоряет выделение кислорода;

2) пропускание через воду сжатого воздуха. При наличии в речной воде взвеси БПК определяется как без отстаивания, так и в пробе, предварительно отстоянной в течение 30 мин непосредственно на месте отбора проб.

Оборудование, реактивы и принадлежности для определения растворенного кислорода методом Винклера; кислородные калиброванные склянки для инкубирования проб; чашки Петри; термостат-инкубатор, обеспечивающий поддержание температуры (20 ± 1)°С.

Ход работы

1. Отберите пробы воды в кислородные склянки (не менее 3 шт.) как описано в методе определения растворенного кислорода. Для получения представи-

тельной пробы отбор проб воды проводите, по возможности, на удалении от берегов, дна, водных растений и т.п., которые могут быть источниками выделений в воду органических веществ или/и микроорганизмов.

2. В первой склянке сразу же фиксируйте кислород и определите концентрацию РК.

3. Другие склянки – инкубационные (две или больше) поместите в темноте в инкубатор через водяной затвор из чашки Петри, как показано на рисунке (это воспрепятствует контакту воды в склянке с воздухом). Инкубации желательно подвергнуть несколько проб, т.к. в случае получения ошибочных результатов выполнить анализ повторно будет уже невозможно.

4. По истечении 5 суток инкубации в склянках определите концентрацию остаточного растворенного кислорода как среднее арифметическое результатов по каждой инкубационной склянке.

5. Рассчитайте значение БПК₅ в мг/л по формуле: $БПК_5 = C_1 - C_2$, где: C_1 – концентрация РК в первоначальной пробе, мг/л; C_2 – средняя концентрация РК по истечении периода инкубации, мг/л.



ANCHEM.RU

Определение щелочности и кислотности поверхностных вод

Щелочность обусловлена присутствием в воде веществ, содержащих гидроксо-анион, а также веществ, реагирующих с сильными кислотами (соляной, серной). К таким соединениям относятся:

1) сильные щелочи (KOH, NaOH) и летучие основания, а также анионы, обуславливающие высокую щелочность в результате гидролиза в водном растворе при $pH > 8,4$;

2) слабые основания и анионы летучих и нелетучих слабых кислот (HCO_3^- , CO_3^{2-} , $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , анионы гуминовых кислот и т.д.);

Щелочность воды измеряется в г-экв/л или мг-экв/л и определяется количеством сильной кислоты израсходованной на нейтрализацию раствора. При нейтрализации до значений pH 8,0-8,2 в качестве индикатора используют фенолфталеин (соединения первой группы). Определяемая таким образом величина называется **свободной щелочностью**. При нейтрализации до значений pH 4,2-4,5 в качестве индикатора используют метиловый оранжевый (соединения второй группы). Определяемая таким образом величина называется **общей щелочностью**. **Кислотность** обусловлена содержанием в воде веществ, реагирующих с гидроксо-анионами. К таким соединениям относятся: 1. сильные кислоты - соляная, азотная, серная; 2. слабые кислоты – уксусная, сернистая, угольная, сероводородная и т.д.; 3. катионы слабых оснований – аммоний, катионы органических аммонийных соединений.

Кислотность воды измеряется в г-экв/л или мг-экв/л и определяется количеством сильной щелочи израсходованной на нейтрализацию раствора.

Аналогично показателю щелочности, различают свободную и общую кислотность. **Свободная кислотность** определяется при титровании до значений рН 4,3-4,5 в присутствии в качестве индикатора метилового оранжевого. В этом диапазоне оттитровываются соляная, азотная, серная, ортофосфорные кислоты. **Общая кислотность** определяется при титровании до значений рН 8,2-8,4 в присутствии фенолфталеина в качестве индикатора. В этом диапазоне оттитровываются слабые кислоты – органические, угольная, сероводородная, катионы слабых оснований.

Выделяют еще и **естественную кислотность**, которая обусловлена содержанием слабых органических кислот природного происхождения (например, гуминовых кислот).

Оборудование, реактивы: коническая колба на 250 мл, белая бумага, аналитический весы, раствор индикатора фенолфталеина 0,5%-ный, раствор индикатора метилового оранжевого 0,5%-ный, раствор соляной кислоты 0,05н, раствор гидроксида натрия 0,01н, раствор щавелевой кислоты ($H_2C_2O_4$) 0,01н (для стандартизации раствора гидроксида натрия).

Ход работы

1. Определение свободной щелочности (р)

В коническую колбу на 250 мл отмерьте 100 мл пробы. Затем прибавьте 0,1 мл (2 капли) раствора фенолфталеина и титруйте на белом фоне 0,05н раствором соляной кислоты до рН 8,3. Запишите объем кислоты (V_1).

2. Определение общей щелочности (m)

Определение производите в той же пробе. Прибавьте 0,15 мл (3 капли) метилового оранжевого. Потом в течение 10 мин. продуйте воздух для удаления CO_2 и на белом фоне титруйте 0,05н раствором соляной кислоты до начала перехода окраски из желтой в оранжевую. При электрометрическом определении титруйте до рН 4,5. Запишите объем кислоты (V_2). Точность отсчета 0,05 мл. Проведите расчет по следующим формулам:

$$m = (V_1 k 0,05 1000) / V$$

$$p = (V_2 k 0,05 1000) / V$$

где: V – объем исследуемой воды, взятой для анализа, k – поправочный коэффициент для приведения концентрации соляной кислоты к точно 0,05н.

Определение кальция и магния

Соли кальция поступают в поверхностные и подземные воды в результате взаимодействия с известковыми минералами почв и вмещающих пород. Содержание кальция в природных водах колеблется от несколько единиц до 1000 мг на 1 л. Концентрация катионов кальция в водоемах–источниках водоснабжения

допускается до 200 мг/л. Обычно кальций содержится в воде в виде гидрокарбонатов, сульфатов и хлоридов. Ион Ca^{2+} преобладает в слабоминерализованных водах. Чем выше минерализация, тем меньше содержания кальция.

Хлориды и сульфаты магния содержатся в водах морей, соленых озер, в соляных источниках. Присутствие иона Mg^{2+} придает воде горький вкус. Концентрация катионов магния в водоемах–источниках водоснабжения допускается до 100 мг/л. Употребление воды с низким содержанием катионов магния, как показали последние эпидемиологические обследования (штат Огайо США), обнаружило более высокую заболеваемость коронарной болезнью, а также случаи внезапной смерти по сравнению с районами, где население употребляет воду с нормальным содержанием данного микроэлемента.

Оборудование, реактивы: колба на 250 мл, пипетка, стеклянная палочка, раствор трилона Б 0,02н, раствор гидроксида натрия 2н, индикатор мурексид (смесь 0,5 г мурексида и 9,5 г NaCl).

Ход работы

1. Определение кальция

В коническую колбу на 250 мл отберите пипеткой 50-100 мл исследуемой воды, прибавьте 2 мл 2н раствора гидроксида натрия и несколько крупинок мурексида на кончике стеклянной палочки (0,02-0,03 г).

Раствор приобретет розовую окраску. Интенсивно перемешайте полученный раствор. Затем проведите титрование 0,02н раствором трилона Б на черном фоне до перехода окраски в точке эквивалентности из оранжевой в сине-фиолетовую. Определите объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование кальция.

Содержимое Ca^{2+} в мг-экв/л рассчитайте по формуле:

$$X = Y_2 N 1000 / V$$

где: Y_2 – объем трилона Б пошедшего на титрование пробы, V - объем пробы,

N – нормальность раствора трилона Б.

2. Определение магния

Определение катиона магния произведите расчетным путем из определения общей жесткости воды и содержания в ней кальция по формуле:

$$X = ((Y_1 - Y_2) N 1000) / V$$

где: Y_1 - объем 0,02н раствора трилона Б, пошедшего на определение жесткости воды,

Y_2 - объем 0,02н раствора трилона Б, пошедшего на определение кальция. При этом объем взятой пробы V мл не должен быть одинаковым.

Определение хлоридов

(ГОСТ 4245-72 Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов)

Хлориды – один из наиболее устойчивых компонентов вод, они присутствуют практически во всех пресных поверхностных и грунтовых водах, а также в питьевой воде в виде солей металлов. Количество хлоридов колеблется от десятых долей до тысячи и более миллиграммов на литр. В природных водах геологического происхождения (реки, озера, водохранилища) содержание хлоридов невелико, поэтому значительное повышение их концентрации является сигналом загрязнения природных вод промышленными или бытовыми стоками. Концентрация хлоридов в водоемах–источниках водоснабжения допускается до 350 мг/л. Вода, содержащая хлориды в концентрации более 350 мг/л, имеет солоноватый привкус, а при концентрации хлоридов 500-1000 мг/л неблагоприятно влияет на желудочную секрецию.

Определение хлоридов проводят методом аргентометрического титрования (в качестве индикатора используется хромат калия, который реагирует с избытком нитрата серебра с образованием хорошо заметного оранжево-бурого осадка хромата серебра), меркурометрическим методом с применением дифенилкарбозон и турбидиметрическим способом. В данной методике предлагается аргентометрический метод.

Оборудование, реактивы: коническая колба на 250 мл, раствор нитрата серебра 0,02н, раствор хлорида натрия 0,02н (для стандартизации нитрата серебра), раствор хромата калия (K_2CrO_4) 10%-ный, раствор серной кислоты 0,1н, раствор гидроксида натрия 0,1н, фенолфталеин.

Ход работы

Для начала определите приблизительную концентрацию хлоридов, чтобы выбрать соответствующую концентрацию раствора нитрата серебра. К 5 мл исследуемой воды прилейте 3 капли 10%-ного раствора нитрата серебра и визуально оцените осадок хлорида серебра (табл. 17).

Таблица 17 – Приблизительное содержание хлоридов

Осадок или помутнение	Концентрация хлоридов, мг/л
опалесценция или слабая муть	1-10
сильная муть	10-50
хлопья, осаждающиеся не сразу	50-100
белый объемистый осадок более	Более 100

При предлагаемом содержании Cl^- до 100 мг/л берите пробу 100 мл и применяйте 0,02н раствор нитрата серебра. При содержании Cl^- больше 100 мг/л при

том же объеме воды примените 0,05н раствор нитрата серебра. Затем в коническую колбу на 250 мл отмерьте 100 мл исследуемой воды. Если проба меньше 100 мл, замерьте ее и доведите до 100 мл бидистиллятом. Внесите 2 капли фенолфталеина. При появлении розовой окраски (щелочная вода) прибавьте по каплям 0,1н раствор серной кислоты до обесцвечивания. При отсутствии окраски нейтрализуйте пробу 0,1н раствором гидроксида натрия до появления розовой окраски, исчезающей при перемешивании. К подготовленной пробе прилейте 2 мл 10 %-ного раствора хромата калия. Постепенно титруйте содержимое раствором нитрата серебра при перемешивании до перехода лимонно-желтой окраски в оранжево-желтую или, если мало хлоридов, до появления грязно-розовой окраски. Определите объем раствора нитрата серебра, израсходованного на титрование. Расчет содержимого хлоридов в мг/л проведите по формуле:

$X = (V_1 N 1000) / V$ где: V_1 - объем раствора $AgNO_3$, пошедшего на титрование пробы воды, N - его нормальность, V - объем пробы.

Определение свинца

Свинец – один из основных загрязнителей окружающей среды. Он обладает способностью поражать центральную и периферическую нервную систему, костный мозг и кровь, сосуды, генетический материал, нарушает синтез белка, вызывает малокровие и параличи. Большая концентрация свинца тормозит биологическую очистку сточных вод. Основными источниками загрязнения свинцом являются выхлопные газы автотранспорта и сточные воды различных производств. Появление свинца в питьевой воде связано также с его поступлением из свинцово-медных водопроводных систем, которые до сих пор существуют во Франции и Великобритании. Допустимая концентрация свинца в воде 0,03 мг/л (рекомендация ВОЗ – 0,05 мг/л), лимитирующий показатель – санитарно-токсикологический.

Оборудование, реактивы: плитка, водяная баня, фильтровальная бумага, фарфоровая чашка, черная бумага, картон, аналитические весы, раствор азотной кислоты (1:2), раствор ацетата натрия 0,5%-ный, дистиллированная вода, раствор уксусной кислоты 50%-ный, раствор дихромата калия 10%-ный, нитрат свинца.

Ход работы

500-1000 мл анализируемой воды упарьте до объема 10 мл. К полученной пробе прилейте 5 мл раствора азотной кислоты (1:2), нагрейте на водяной бане в течение 15 мин, отфильтруйте и в фарфоровой чашке выпарьте. К сухому остатку прилейте 2 мл раствора ацетата натрия 0,5%-ного и 8 мл дистиллированной воды. Раствор перемешайте и отфильтруйте в пробирку.

Содержание свинца найдите визуальным сравнением интенсивности окраски пробы и шкалы стандартных растворов. Для этого приготовьте стандартный раствор растворением 0,032 г нитрата свинца в 200 мл дистиллированной воды (1 мл раствора содержит 0,1 мг свинца).

Затем подготовьте стандартную шкалу.

№ пробирки	0	1	2	3	4	5
Стандартный раствор, мл	0,0	0,05	0,10	0,30	0,50	0,80
0,5% раствор СНЗСООН	Во все пробирки по 2 мл					
Дистиллированная вода, мл	8,0	7,95	7,90	7,70	7,50	7,20
Содержание свинца, мг	0,0	0,005	0,010	0,030	0,050	0,080

Во все пробирки стандартной шкалы и в пробирку с пробой внесите по 1 мл 50%-ного раствора уксусной кислоты и перемешайте. Добавьте по 0,5 мл 10%-ного раствора дихромата калия. При наличии ионов свинца в исследуемой пробе выпадет желтый осадок хромата свинца.

Пробирки встряхните и через 10 мин приступите к определению. Содержимое пробирок рассматривайте сверху на черном фоне, верхнюю часть пробирок до уровня жидкости прикройте со стороны света картоном. Концентрацию свинца в анализируемой воде рассчитайте по формуле:

$$C = a / V ,$$

где: а – содержание свинца в соответствующей пробирке шкалы, мг; V – объем взятой воды на анализ.

Минеральный состав воды отражает результат взаимодействия воды как физической фазы и среды жизни с другими фазами (средами): твердой, т.е. береговыми и подстилающими, а также почвообразующими минералами и породами; газообразной (с воздушной средой) и содержащейся в ней влагой и минеральными компонентами. Кроме того, минеральный состав воды обусловлен целым рядом протекающих в разных средах физико-химических и физических процессов – растворения и кристаллизации, пептизации и коагуляции, седиментации, испарения и конденсации и др. Большое влияние на минеральный состав воды поверхностных водоемов оказывают протекающие в атмосфере и в других средах химические реакции с участием соединений азота, углерода, кислорода, серы и др.

Ряд показателей качества воды так или иначе связан с определением концентрации растворенных в воде различных минеральных веществ. Содержащиеся в воде минеральные соли вносят разный вклад в общее солесодержание, которое может быть рассчитано суммированием концентраций каждой из солей. Пресной считается вода, имеющая общее солесодержание, или *минерализацию*, не более 1 г/л. Среди пресных вод, в зависимости от величины солесодержания (в мг/л), выделяют воды ультрапресные (менее 100), маломинерализованные (100–200), среднеминерализованные (200–500) и повышенной минерализации (500–1000). При величине солесодержания от 1 до 25 г/л воду считают солоноватой. Можно выделить две группы минеральных солей, обычно встречающихся в природных водах (табл. 18).

Основной вклад в минеральный состав вносят соли 1-й группы (они образуют так называемые «главные ионы»), которые определяют в первую очередь. К ним относятся хлориды, карбонаты, гидрокарбонаты, сульфаты. Соответствующими катионами для названных анионов являются калий, натрий, кальций, магний. Соли 2-й группы также необходимо учитывать при оценке качества воды, т.к. на каждую из них установлено значение ПДК, хотя они вносят незначительный вклад в солесодержание природных вод.

Таблица 18 – Основные компоненты минерального состава воды
(для водоемов хозяйственно-питьевого водоснабжения)

Компонент минерального состава воды	Предельно допустимая концентрация (ПДК)*
ГРУППА 1	
<i>1. Катионы:</i>	
Кальций (Ca^{2+})	200 мг/л
Натрий (Na^+)	200 мг/л
Магний (Mg^{2+})	100 мг/л
<i>2. Анионы:</i>	
Гидрокарбонат (HCO_3^-)	1000 мг/л
Сульфат (SO_4^{2-})	500 мг/л
Хлорид (Cl^-)	350 мг/л
Карбонат (CO_3^{2-})	100 мг/л
ГРУППА 2	
<i>1. Катионы:</i>	
Аммоний (NH_4^+)	2,5 мг/л
Тяжелые металлы (сумма)	0,001 ммоль/л
Железо (сумма Fe^{2+} и Fe^{3+})	общее 0,3 мг/л
<i>2. Анионы:</i>	
Нитрат (NO_3^-)	45 мг/л
Ортофосфат (PO_4^{3-})	3,5 мг/л
Нитрит (NO_2^-)	0,1 мг/л

Соотношение концентрации в воде главных ионов (в ммоль/л) определяет *типы химического состава воды*. В зависимости от преобладающего вида анионов ($\geq 25\%$ эквивалента при условии, что суммы ммоль анионов и катионов принимаются равными 50% соответственно каждая) различают воды гидрокарбонатного класса (концентрация $HCO_3^- \geq 25\%$ экв. анионов), сульфатного (SO_4^{2-}

$\geq 25\%$ экв.), хлоридного ($Cl \geq 25\%$ экв.). Иногда выделяют также воды смешанных, или промежуточных, типов. Соответственно, среди катионов выделяются группы кальциевых, магниевых, натриевых или калиевых вод.

Минерализация воды имеет важнейшее значение при характеристике химического состава вод. Анализы воды на содержание минеральных компонентов проводят в различные периоды: для поверхностных вод – в зимнюю межень, весеннее половодье (пик), летне-осеннюю межень, летне-осенний паводок; для вод заболоченных участков – в зимнюю межень и весеннее половодье, для почвенных вод – в зимнюю межень, весеннее половодье и летне-осеннюю межень.

Концентрации растворенных в воде минеральных солей определяют, как правило, химическими методами – титриметрическим, колориметрическим. Концентрации некоторых компонентов (например, катионов натрия, калия) в воде можно оценить расчетными методами, имея данные о значениях концентраций других катионов и анионов.

Определение микробиологических показателей качества воды

Прямое количественное определение возбудителей всех инфекций для контроля за качеством воды неосуществимо в связи с многообразием их видов и трудоемкостью анализа. Поэтому в практической санитарной микробиологии прибегают к косвенным методам, позволяющим определить потенциальную возможность заражения воды патогенными микроорганизмами.

Санитарно-биологическая оценка качества воды основана на определении двух основных показателей: микробного числа и числа бактерий *Coli* (группы кишечной палочки).

Определение микробного числа (общего микробного числа, ОМЧ)

Микробное число дает представление об общей обсемененности воды аэробными сапрофитами, которые составляют только часть общего числа микробов в воде. Однако существует прямая зависимость между величиной микробного числа и вероятностью присутствия в воде патогенных микроорганизмов.

Микробное число водопроводной воды не должно превышать 50 колоний бактерий в 1 мл.

Его определяют методом посева на питательную среду – мясопептонный агар (МПА). Метод заключается в том, что в 1 мл воды определяют бактерии, которые способны расти на питательном агаре при температуре 37°C в течение 24 ч., образуя колонии, видимые при увеличении в 2 – 5 раз. Проведенным таким образом анализом нельзя определить полностью все бактерии в воде, а только те, которые развиваются в условиях анализа. Поэтому, определение дает не абсолютную, а относительную бактериологическую характеристику воды. Этим методом можно сравнивать бактериальную загрязненность разных мест водоисточника, а также одного места в разные времена года.

Аппаратура, реактивы: термостат; микроскоп; чашки Петри; питательная среда МПА; дистиллированная вода.

Ход определения

1 В чашку Петри пипеткой вносят мл исследуемой питьевой воды (если исследуют сточную воду, ее разбавляют стерильной водой в несколько раз)

В зависимости от предполагаемой загрязненности водоема перед посевом готовят десятикратные разведения исходной пробы в стерильной водопроводной воде. В таблице № 19 приведены рекомендуемые для посева разведения воды в зависимости от степени ее загрязненности (объем каждого разведения для дальнейшего посева в МПА составляет 1 мл).

Для получения разведений берут ряд пробирок, содержащих по 9 мл стерильной водопроводной воды. Исследуемую воду в объеме 1 мл вносят в первую пробирку, получают разведение 1:10, затем из этой пробирки переносят 1 мл в следующую и т.д. Для приготовления каждого разведения используют новую стерильную пипетку.

Из полученных разведений вносят по 1 мл воды в 2 чашки Петри для подсчета средних показателей. и заливают 15-20 мл расплавленного и охлажденного до 45°C МПА. Содержимое чашек тщательно перемешивают круговыми движениями, перемещая их по поверхности стола. После застывания агара, чашки помещают в термостат на 24 ч при температуре 37°C. Колонии бактерий растут, как на поверхности питательной среды (аэробы), так и в ее глубине (анаэробы). Подсчитывают их суммарное количество и вычисляют общее микробное число. Если воду предварительно разводили, то полученную сумму умножают на степень разведения и в итоге получают количество микроорганизмов в 1 мл исходной воды.

Необходимо избегать образования пузырьков воздуха, незаметных частей дна чашки, попадания среды на края и крышку чашки. После застывания среды чашку помещают в термостат и выдерживают при температуре 37°C в течение 24 часов. За это время в чашке Петри вырастают колонии, которые видны при увеличении в 2 – 5 раз. Обычно вырастает от 30 до 300 колоний.

Таблица 19 – Рекомендуемые для посева разведения воды в зависимости от степени ее загрязненности при определении общего микробного числа (объем каждого разведения для посева составляет 1 мл)

Тип исследуемой воды	Рекомендуемые для посева разведения воды
Водопроводная вода и вода артезианских колодцев	1мл исходной воды без разведения
Чистая вода (вода колодцев, родников и др., вода плавательных бассейнов)	1 и 1:10
Открытые водоемы, не загрязненные сточными водами	1; 1:10 и 1:100
Чистые водоемы в местах массового купания	1:10 и 1:100
Открытые водоемы, загрязненные сточными водами	1:10; 1:100 и 1:1000
Сильно загрязненные хозяйственно-бытовые воды и сточные жидкости	1:10000; 1:10 000 и 1:100 000

Для подсчета числа колоний чашку кладут вверх дном на черный фон. Для ускорения подсчета числа колоний X определяют число колоний в 1 см^2 (n) и умножают это число на площадь чашки $S = \pi \cdot r$ (r – радиус чашки): $X = n \cdot \pi \cdot r^2$

По полученным данным определяют степень загрязнения воды, пользуясь табл. 20.

Таблица 20 – Степень загрязнения воды в зависимости от общего числа бактерий

Характеристика воды	Число бактерий в 1 мл
очень чистая	$a \cdot 10$
чистая	$a \cdot 10^2$
умеренно загрязненная	$a \cdot 10^3$
загрязненная	$a \cdot 10^4$
грязная	$a \cdot 10^5$
очень грязная	$a \cdot 10^6$

«а» имеет значения от 1 до 9.

Норматив ОМЧ-37°C на питьевую воду централизованного водоснабжения допускает не более 50 КОЕ/мл, нецентрализованного – до 100 КОЕ/мл. Превышение норматива ОМЧ в распределительных системах свидетельствует о нарушениях в системе водоподготовки, возможном застое или развитии биопленок

Определение количества бактерий группы *Coli*

Бактерии группы *Coli* являются постоянными обитателями кишечника человека и животных; постоянно и в большом числе выделяются во внешнюю среду; дольше, чем патогенные микроорганизмы сохраняют жизнеспособность в этой среде; более устойчивы к действию хлора, чем возбудители большинства инфекций. Поэтому их используют в виде санитарно-показательных микроорганизмов. Кишечная палочка для человека не опасна, но ее присутствие свидетельствует о загрязнении воды выделениями человека и вызывает подозрение о наличии в воде болезнетворных микробов (тифа, холеры, дизентерии и др.).

Определение кишечной палочки основано на ее способности сбрасывать сахар. Если питательная среда содержит молочный сахар, то он сбрасывается до молочной кислоты, которая разрушает соединение красителя фуксина с сульфитом. В местах роста колоний бактерий *Coli* получают окрашенные фуксином красные блестящие бугорки, по числу которых судят о количестве бактерий *Coli*.

Анализ водопроводной и чистой природной воды проводят после предварительного концентрирования бактерий воды на мембранных фильтрах и выращивания их при $37 \pm 5^{\circ}\text{C}$ на среде Эндо. Общий вид чашки Петри с выросшими колониями на мембранном фильтре приведен на рис.4. Результаты выражают в виде коли-индекса - числа бактерий в 1 л воды или коли-титра - наименьшего объема воды (в мл), содержащего 1 кишечную палочку.

Коли-индекс водопроводной воды не должен превышать 3, а коли-титр 300 мл.

Аппаратура, реактивы: термостат; микроскоп; чашки Петри; питательная среда Эндо; дистиллированная вода.

Ход определения. В фильтровальный аппарат (рис.9) помещают стерильный мембранный фильтр и фильтруют 300 – 500 мл воды. Под мембранный фильтр подкладывают простерилизованный кружок из фильтровальной бумаги, смоченный стерильной водой. После окончания фильтрования фильтр снимают обожженным пинцетом с прибора и накладывают на поверхность среды Эндо, помещенной в чашку Петри. Чашку в перевернутом виде помещают в термостат при температуре 37⁰С на 24 часа и затем подсчитывают колонии, окрашенные в красный цвет с металлическим блеском.

Формула для расчета:

Коли-индекс = $\frac{m \cdot 1000}{V}$, где m – количество бактерий, V – анализируемый объем воды, л

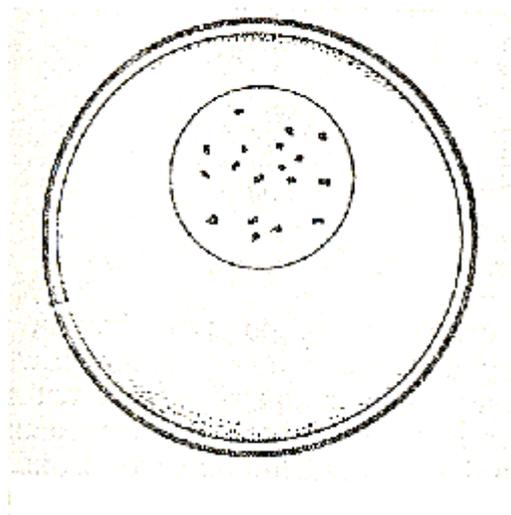


Рисунок 8 – Общий вид чашки Петри

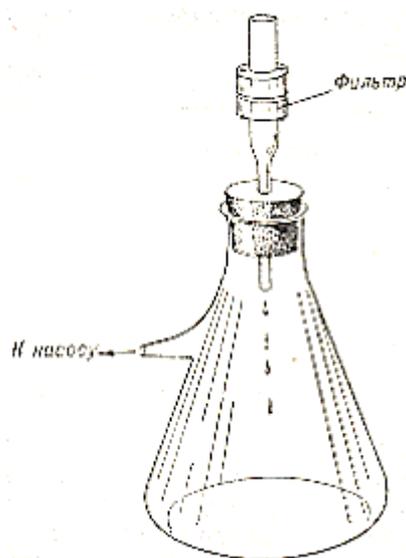


Рисунок 9 – Фильтровальный аппарат с бактериями *Солі* на мембранном фильтре

Приготовление питательных сред

Подготовка мясо-пептонного агара (МПА) для определения общего числа микробов

1. Приготовление мясной воды. В 1 л дистиллированной воды помещают 500 г мясного фарша (без жира и сухожилий), выдерживают 12 ч на холоде или 1 ч на водяной бане при температуре 50 - 60° С, нагревают до кипения, фильтруют через марлю или вату и доводят объем до 1 л, после чего разливают и стерилизуют в автоклаве при 120 ± 2° С. Так получают мясную воду.

2. Приготовление мясного бульона. К 1 л мясной воды добавляют 10 г пептона и 5 г соли. Нагревают до растворения и устанавливают рН в пределах 7,2 -

7,4, фильтруют, разливают в пробирки и флаконы, после чего стерилизуют в автоклаве при $120 \pm 2^\circ \text{C}$ в течение 20 мин.

3. Приготовление мясо-пептонного агара МПА. К 1 л мясного бульона прибавляют 15 г агара, затем нагревают на водяной бане до полного растворения агара, устанавливают $\text{pH} = 7,2-7,4$, фильтруют, разливают в пробирки и флаконы и стерилизуют в автоклаве при $120 \pm 2^\circ \text{C}$ в течение 20 мин при 1,1 ат.

Методика описания (паспортизации) родников как выходов подземных вод

1. Характер исследуемого источника.
2. Место выхода подземных вод.
3. Оборудование водотока.
4. Водоносная и водоупорная порода.
5. С какими водными объектами связан источник.
6. Месторасположения источника.
7. Дебит источника.

Для определения дебита в емкость с известным объемом набирается вода из источника, на секундомере засекается время полного наполнения емкости. Измерения производятся трехкратно. Дебит вычисляется по формуле $V:t=D$. Где V – объем воды, t – время, D – дебет источника.

8. Температура воды

Измерения проводили трехкратно спиртовым водным термометром, помещенным в емкость с водой.

9. Качество воды (первичный визуальный анализ на цвет, запах и вкус), прозрачность.

Основные *нормативные документы*, на которые опираются вышеприведенные методики по определению органолептических, санитарно-гигиенических и химических показателей вод следующие.

1. ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб.
2. ГОСТ Р 51593-2000 Вода питьевая. Отбор проб.
3. ГОСТ Р 52426-2005 (ИСО 9308-1:2000) Вода питьевая. Обнаружение и количественный учет *Escherichia coli* и колиформных бактерий. Часть 1. Метод мембранной фильтрации.
4. ГОСТ Р 54316-2011. Национальный стандарт РФ. Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия. *Drinking natural mineralwaters. General specifications*. Дата введения 01.07.2012.
5. Методические указания МУ 2.1.4.1057-01. Организация внутреннего контроля качества санитарно-микробиологических исследований воды. М.: Минздрав России. 2001. 58 с.
6. Методические указания МУК 4.2.1018-01. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды. М.:ФЦ Госсанэпиднадзора Минздрава России. 2001. 43 с.

7. Методические указания МУК 4.2.2314-08. Методы санитарно-паразитологического анализа воды. М.: Госсанэпиднадзор. 2008. 21 с.
8. Методические указания МУК 4.2.2884-11. Методы микробиологического контроля объектов окружающей среды и пищевых продуктов с использованием петрифильмов. М.: ФЦ Роспотребнадзора. 2011. 24 с.
9. «Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании», утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 24 июля 2000 г. N 554.
10. Определение колиформных бактерий и *E. coli* с использованием хромогенных и флюорогенных индикаторных сред производства Merck (Германия). МР № 24 ФЦ 513. М.: ФЦ Госсанэпиднадзора. 2004. 26 с.
11. СанПиН 2.1.2.1188-03 Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества. М.: Минздрав России. 2003.
12. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М.: ФЦ гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2008. 96 с.
13. СанПиН 2.1.4.1116-02. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества». М.: Минздрав России. 2003. 63 с.
14. СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. М.: Минздрав России. 2003. 14 с.
15. СанПиН 2.1.5.980-00. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод»

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ И ГРУППОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ

1. В ходе экскурсий определите водные объекты для осуществления мониторинга, осуществите пробоотбор. Часть показателей, учитываемых в экомониторинге, установите непосредственно в полевых условиях.
2. Нанесите места обследования водных объектов на карту.
3. Определите органолептические и химические показатели поверхностных вод, пробы которых отбирались. Сравните эти показатели с нормами.
4. Составьте паспорт на выход подземных вод по плану.
5. Определите спектр нормативных документов, определяющих организацию и осуществление мониторинга поверхностных (и выходов подземных) вод. Сделайте их анализ.
6. Предложите пути и направления организации мониторинга поверхностных вод.

МОНИТОРИНГ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Почва – верхний корнеобитаемый слой земной коры, из которого растения извлекают необходимые для их жизнедеятельности воду и элементы минерального питания. Любая почва состоит из трех главных составляющих частей, которые находятся между собой в тесном взаимодействии.

Твердая фаза почвы содержит основной запас питательных веществ для растений. Она состоит на 90% и более из сложных минералов и примерно на 10% и менее из органических веществ, которые играют очень важную роль в плодородии почвы. Почти половина массы твердой фазы почвы приходится на связанный кислород, одна треть – на кремний, более 10% - на алюминий и железо, и только 7% – на остальные элементы.

Совокупность мелкораздробленных (коллоидных) частиц почвы и органических веществ составляет почвенно-поглощающий комплекс (ППК). Суммарный заряд ППК большинства почв отрицательный, и тем самым он удерживает на своей поверхности в поглощенном состоянии в основном положительно заряженные ионы – катионы (табл. 21).

Таблица 21

Кислые почвы	Al ³⁺ (ППК) Н ⁺ Ca ²⁺ Mg ²⁺	В составе поглощенных катионов наряду с Ca ²⁺ и Mg ²⁺ содержатся Н ⁺ и Al ³⁺
Черноземы	Ca ²⁺ (ППК) Mg ²⁺	В составе поглощенных катионов преобладают Ca ²⁺ и Mg ²⁺
Солонцовые почвы	Na ⁺ (ППК) Ca ²⁺ Mg ²⁺	В составе поглощенных катионов, кроме Ca ²⁺ и Mg ²⁺ , содержится Na ⁺

Кроме этих основных групп катионов, в поглощенном состоянии содержатся также ионы K⁺, NH₄⁺ и ряд других катионов. Почвенный раствор – наиболее подвижная и активная часть почвы, в которой совершаются разнообразные химические процессы и из которой растения непосредственно усваивают питательные вещества. Элементы питания, находящиеся в почвенном растворе, наиболее доступны для растений. Почвенный воздух служит основным источником кислорода для дыхания корней растений. Он отличается от атмосферного повышенным содержанием углекислого газа и несколько меньшим – кислорода. Водопрочность структурных агрегатов – способность противостоять размывающему действию воды.

Наиболее важным вопросом является выбор показателей мониторинга почв, периодичности наблюдений и методов измерения. Перечень показателей должен быть оптимальным, обеспечивающим реальность исполнения и не вызывающем потери информации.

Для целей мониторинга выбирают в известной мере условно две или три

важнейших группы. Обычно определяют общее (валовое) содержание элементов, лабильные (подвижные) формы их соединений, иногда отдельно определяют обменные формы и водорастворимые соединения.

Необходимые при комплексном мониторинге почв свойства почв приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Комплексная система показателей мониторинга состояния почв при загрязнении (Гришина Л. А. и др., 1991)

Свойства почвы	Необходимые показатели	Дополнительные показатели
Степень загрязнения	Общее содержание загрязняющих веществ, мг/кг	
Физико-химические	рН Гидролитическая кислотность, мг*экв/100 г Окислительно-восстановительный потенциал	Титруемая щелочность, мг*экв/100 г Содержание карбонатов (бикарбонатов) Содержание окисленных и восстановленных элементов с переменной валентностью
Общие	Сумма поглощенных оснований, мг*экв/100 г Микроагрегатный и механический состав Удельная электропроводность, мВ	Емкость катионного обмена мг*экв/100 г Степень засоления, % Сухой остаток, % Степень эродированности, %
Миграционные	Содержание экстрагируемых форм химических элементов, мг/л	Подвижность органо-минеральных компонентов, мг/л
Буферность к загрязнению и изменению свойств	Устойчивость гумуса Устойчивость ППК Устойчивость кислотно-основных свойств Устойчивость ферментативной активности	Обобщенный показатель реакции почвы на загрязнение
Агрохимические	Общее содержание гумуса, % Общее содержание азота, фосфора, калия, %	Групповой состав гумуса Содержание водорастворимых органических веществ, мг/100 г
Биологические (токсические)	Активность дегидрогеназ, мкл Н ₂ /г сутки Дыхание (по выделению СО ₂ или поглощению О ₂), % Фитотоксичность (по изменению энергии прорастания), %	Общая каталитическая активность (разложение перекиси) Активность ферментов в циклах углерода, азота и фосфора Влажность завядания Содержание токсичных форм элементов

Наибольшая эффективность показателей почвенного мониторинга будет достигнута при одновременном контроле за совокупностью параметров, которые учитывают мобильные и стабильные свойства почв и различные виды антропогенного воздействия.

Импактный (локальный), региональный, глобальный и фоновый почвенно-экологический мониторинг

Почвенно-экологический мониторинг подразделяют по степени охвата территории на импактный, региональный и глобальный мониторинг. Специальные задачи почвенного мониторинга, выполняемого на разном уровне, различаются. Объединяет их одна общая цель: своевременное обнаружение неблагоприятных изменений свойств почв при различных видах их использования, а также при развитии естественного почвообразовательного процесса.

Для получения фоновых значений содержания химических веществ в почвах удаленных от источника загрязнения в биосферных заповедниках, ведут фоновый мониторинг. Это необходимо для исследования современного антропогенного влияния на биосферу.

При импактном и региональном почвенном мониторинге должны быть выполнены следующие виды работ:

- 1) определение источника загрязнения и идентификация загрязняющих веществ;
- 2) определение уровней контролируемых показателей состояния почв, вод, растений на территории, окружающей источник загрязнения;
- 3) определение зон распространения почв с ухудшением контролируемых свойств;
- 4) определение характера действия загрязняющих веществ на почву; определение зон миграции, аккумуляции и направления трансформации загрязняющих веществ в почве;
- 5) оценка сопротивляемости почв загрязнению и возможности их самоочищения;
- 6) оценка эффективности возможных мероприятий по снижению или ликвидации последствий загрязнения почв;
- 7) оценка экономического ущерба, нанесенного природе и сельскому хозяйству загрязнением почв.

При глобальном мониторинге должны проводиться следующие мероприятия:

- 1) определение потока контролируемых химических элементов на почвы контролируемых фоновых территорий;
- 2) определение уровней контролируемых показателей состояния почв;
- 3) определение зон миграции, аккумуляции, направления трансформации контролируемых химических элементов в почве;
- 4) определение скорости накопления контролируемых химических элементов в почвах фоновых территорий (Мотузова Г. В., 1988).

Комплексное почвенное обследование при мониторинге предполагает использование совокупности приемов исследования свойств почвы, направленной на изучение (наблюдение, контроль) почвы как единого целого.

Многообразие природных условий и факторов антропогенных воздействий на почвы, сложность почвенных структур обуславливают необходимость дифференцированных программ почвенно-экологического мониторинга.

Первая форма мониторинга позволяет оценить состояние почв и почвенного покрова, масштабы воздействия антропогенных факторов, направленность и интенсивность развития негативных процессов и выбрать (в соответствии с базовыми принципами мониторинга) объекты для последующих исследований.

Стационарная форма почвенно-экологического мониторинга (вторая форма) реализуется по расширенной программе комплексных исследований свойств и параметров почв, режимов и процессов, протекающих в них.

Для длительных и комплексных наблюдений стационарный участок должен включать группу достаточных по размерам площадок, которые охватывали бы все виды почв, различающихся по степени проявления тех или иных процессов. Размеры экспериментальных участков (площадок) трудно определить заранее. Их устанавливают с учетом размеров и состояния элементарных почвенных ареалов, длительности исследований, видов режимных исследований и периодичности наблюдений.

Третья форма мониторинга реализуется по сокращенной программе в процессе маршрутных обследований заранее выбранных участков или маршрутов (по тому же принципу, что и стационаров). При этом основное внимание уделяется репрезентативным диагностическим показателям, наиболее динамично меняющимся во времени (кислотность, ОВР, плотность и структурное состояние почвы, впитывание УГВ и т. д.). Маршрутные обследования пространственно могут быть приурочены к стационарным участкам или их прокладывают по самостоятельным направлениям.

По своему содержанию маршрутная система мониторинга представляет собой форму оперативного контроля за состоянием почв и почвенного покрова, мелиоративных систем, агроэкосистем и продуктивностью земель. Периодичность (частота) маршрутов 1...3 за вегетационный период. В случае выявления негативных процессов (переосушение или подтопление, утечка воды из дрен, изреженность и вымокание посевов, засоление, подкисление, осолонцевание, эрозия и т. д.) составляют соответствующие карты и картосхемы, специальные акты. При обнаружении значительных изменений в свойствах почв и структуре почвенного покрова оценивают целесообразность проведения дальнейших наблюдений на таких участках (территориях).

Четвертая форма мониторинга заключается в сплошном обследовании территории. Выходные информационные материалы при этой форме мониторинга составляют в первую очередь инвентаризационные картографические характеристики, а также картограммы агрохимических обследований и разработанные на этой основе рекомендации по рационализации землепользования.

Пробоотбор и подготовка образцов к физико-химическому анализу

Отбор почвенных образцов лучше проводить в весенний или осенний период. Рекомендуется составлять объединенные (смешанные, средние) образцы пробы из 5- 8 индивидуальных, взятых в различных точках участка площадью от 100 м² до 1 га. Почву на многолетней залежи отбирают с глубины 0 – 10 см; на пашне – с глубины 0 – 20 см; на территориях, занятых лесом – из лесной подстилки; на болотистых почвах – верхний торфяной слой 0 – 20 см. На практике для отбора почвенных образцов часто используют метод конверта (рис. 10).

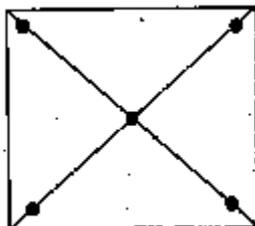


Рисунок 10 – Взятие почвенных образцов методом конверта
● - точка отбора

Масса объединенной пробы должна быть не менее 1 кг. Для контроля загрязнения поверхностно распределяющимися веществами — нефть, нефтепродукты, тяжелые металлы и др. точечные пробы отбирают послойно с глубины 0—5 и 5—20 см массой не более 200 г каждая. Для контроля загрязнения легко мигрирующими веществами точечные пробы отбирают по генетическим горизонтам на всю глубину почвенного профиля. При отборе точечных проб и составлении объединенной пробы должна быть исключена возможность их вторичного загрязнения. Точечные пробы почвы, предназначенные для определения тяжелых металлов, отбирают инструментом, не содержащим металлов. Перед отбором точечных проб стенку прикопки или поверхность керна следует зачистить ножом из полиэтилена или полистирола или пластмассовым шпателем. Точечные пробы почвы, предназначенные для определения летучих химических веществ, сразу следует поместить во флаконы или стеклянные банки с притертыми пробками, заполнив их полностью до пробки.

Точечные пробы почвы, предназначенные для определения пестицидов, не следует отбирать в полиэтиленовую или пластмассовую тару. Отбор проб проводится с учетом вертикальной структуры, неоднородности покрова почвы, рельефа и климата местности, а также с учетом особенностей, загрязняющих веществ или организмов. Отбор проб проводится на пробных площадках, закладываемых так, чтобы исключить искажение результатов анализов под влиянием окружающей среды. При необходимости получения сравнительных результатов пробы незагрязненных и загрязненных почв отбирают в идентичных естественных условиях. Отобранные пробы необходимо пронумеровать и зарегистрировать в журнале, указав следующие данные: порядковый номер и место взятия пробы, рельеф местности, тип почвы, целевое назначение территории, вид за-

грязнения, дату отбора. Пробы должны иметь этикетку с указанием места, времени отбора, с описанием окружения в месте взятия проб, даты отбора пробы, номера почвенного разреза, почвенной разности, горизонта и глубины взятия пробы, фамилии исследователя.

Подготовка почвы к анализу состоит в измельчении материала, удалении посторонних примесей, просеивание через сито с диаметром отверстий 1 мм и сокращении до небольшой массы (около 500 г). Для сокращения пробы пользуются разными методами. Один из них – метод квартования (рис. 11).



Рисунок 11 – Метод квартования

Измельченный материал тщательно перемешивают, рассыпают ровным тонким слоем в виде квадрата или круга, делят на 4 сектора. Содержимое двух противоположных секторов отбрасывают, а двух остальных соединяют вместе. Операцию квартования проводят многократно, после чего среднюю пробу высушивают до воздушно-сухого состояния и хранят в картонных коробках или бумажных пакетах с этикетками.

Для приготовления воздушно-сухого образца из средней пробы отбирают 100 – 200 г почвы, распределяют тонким слоем и высушивают на рассеянном свете в хорошо вентилируемом помещении. Затем ее растирают в ступке, просеивают через сито с отверстиями диаметром 1 мм и ссыпают в пронумерованную чистую банку с притертой пробкой. Из полученного таким образом однородного материала делают различные вытяжки (водные, солевые, кислотные).

Гидролитическую кислотность почвы определяют в солевой почвенной вытяжке, приготовленной с использованием гидролитической щелочной соли (чаще всего ацетата натрия). В колбу насыпают 40 г воздушно-сухой почвы, добавляют 100 мл 1 М раствора ацетата натрия, содержимое взбалтывают в течение 1 часа (желательно на ротаторе), фильтруют.

Описание свойств почвы

В полевых условиях при описании почвы используют визуальные методы; так предварительно определяются гранулометрический состав, влажность. При тщательном выполнении методики эти субъективные приемы позволяют получать результаты, которые близко совпадают с результатами, полученными аналитическими методами.

Описание следует начинать с определения влажности, так как от степени увлажнения зависят цвет почвы, твердость, выраженность структуры и т.д.

Влажность почвы (визуальное определение по Н.А. Качинскому)

Сухая – влажность ниже максимальной гигроскопической; почва пылит.

Суховатая – не формуется, но и не пылит; при сжатии между пальцами на образце почвы остается след пальца, что соответствует влаге завядания растений.

Сыроватая – формуется слабо и неустойчиво; при раскатывании распадается; влажность соответствует приблизительно 50 % полевой влагоемкости;

Сырая – хорошо формуется, раскатывается в шнур, от воды не блестит; влажность оптимальная для обработки почвы;

Весьма сырая – блестит от воды, но вода не выжимается; глина и суглинок хорошо формуется, высокая липкость; влажность соответствует полевой влагоемкости;

Мокрая - вода выжимается (сочится из стенок разреза).

Цвет почвы

Окраска, или цвет, – один из важнейших морфологических признаков почвы. Разнообразие и интенсивность окраски зависят от вещественного состава ее и количественного сочетания отдельных элементов, а также от физических свойств.

По С.А. Захарову, наиболее важными в почве являются три группы соединений: перегнойные вещества; соединения окиси и закиси железа, углекислая известь, каолинит, кремнекислота.

Перегнойные вещества (органические и органоминеральные) обуславливают черную окраску, в небольшом количестве – серую разной интенсивности.

Соединения окиси железа при различном их количестве придают почве красную, ржавую, оранжевую, желтую окраску.

В условиях избыточного увлажнения и недостаточной аэрации глубинные горизонты имеют сизоватые, голубоватые, грязно-зеленоватые тона, что связано с наличием закисного железа.

Кремнекислота, углекислая известь и каолин, гидрат окиси алюминия в большом количестве обуславливают белую и белесоватую окраску.

Окраска почвы изменяется в зависимости от освещенности, влажности, распыленности: сырая – более темная; растертая и измельченная светлее, чем в ненарушенном сложении. Поэтому в дневнике нужно отметить, при каких условиях и в каком состоянии увлажнения проводилось описание почвы. Дать определение цвета по влажному и сухому образцу.

Приступая к описанию, нужно отметить, однороден или не однороден по окраске генетический горизонт, какой цвет является основным; как выражена неоднородность – затеками (карманами), пятнами; их размеры, происхождение.

Гранулометрический состав

Гранулометрическим составом определяются почти все физические свойства почвы – адсорбционная, структурообразующая способность, плотность,

влагоемкость, тепловые и физико-механические свойства. Глинистые и суглинистые почвы, например, содержат больше гумуса и питательных веществ, чем почвы супесчаные и песчаные. Почвы легкого гранулометрического состава весной раньше прогреваются, и обработку их можно начинать в более ранние сроки.

Все почвенные исследования, проводимые в целях решения разных задач, обязательно сопровождаются определением гранулометрического состава. При полевом морфологическом описании используются визуальные методы, а в лабораторных условиях дается точное определение гранулометрического состава исследуемых почв принятыми методами анализа. Визуально гранулометрический состав определяется "сухим" и "мокрым" методами.

"Сухой" метод

Небольшое количество сухой почвы (несколько зерен) размять пальцами и растереть на ладони руки. В почвах тяжелых по гранулометрическому составу – глинистых, тяжелосуглинистых - структурные отдельности ребристые, раздавливаются с трудом; при растирании большая часть втирается в кожу ладони, а при сбрасывании получается пыльное "облако".

Структурные отдельности почвы более легкого гранулометрического состава легко раздавливаются, при растирании лишь небольшая доля частиц втирается в кожу ладони, ощущаются песчаные частицы.

"Мокрый" метод

Отсутствие возможности получения в полевых условиях данных по абсолютным значениям содержания гранулометрических фракций вынуждает проводить полуколичественную и качественную оценку гранулометрического состава почв. Среди подобных методов для оценки гранулометрического состава почв используются следующие методы:

А. Метод скатывания в шнур;

Б. Оценка гранулометрического состава по числу пластичности.

А. Метод скатывания в шнур Берут 3 – 4 г почвы и увлажняют до состояния густой пасты (вода при этом из почвы не отжимается). Хорошо размятую и перемешанную в руках почву раскатывают на ладонях в шнур толщиной около 3 мм и затем сворачивают в кольцо диаметром примерно 3 см. В зависимости от механического состава почвы шнур при скатывании принимает различный вид (табл. 23).

Таблица 23 - Показатели гранулометрического состава почвы для определения его визуально и на ощупь

Группа почв и грунтов по механическому составу	Ощущение при растирании почвы грунта на ладони	Вид под лупой и без нее	Состояние сухой почвы и грунта	Состояние влажной почвы и грунта	Скатывание в шнур
Песок	Песчаная масса	Состоит почти нацело из зерен песка	Сыпучие	При увлажнении образуют текучую массу «песок-плывун»	Не скатывается в шнур (1)
Супесь	Неоднородная масса, в основном песок и слабо ощущается суглинок	Преобладают частицы песка, более мелкие являются примесью	Комья легко распадаются при надавливании на лопате	Непластинчатая масса	При раскатывании в шнур почва распадается на мелкие кусочки (2)
Легкий суглинок	Неоднородная масса, значительное количество глинистых частиц	Преобладает песок, глинистых частиц 20-30%	Для разрушения комьев в руке требуется небольшое усилие	Слабопластинчатая масса	При раскатывании образуется шнур, легко распадающийся на дольки (3)
Средний суглинок	Примерно одинаковое количество песка и глинистых частиц	Еще ясно видны песчаные частицы	Сухие комья с трудом разрушаются в руке	Пластинчатая масса	При раскатывании формируется сплошной шнур, который при свертывании в кольцо распадается на дольки (4)
Тяжелый суглинок	Небольшая примесь песчаных частиц	Преобладают пылеватые глинистые частицы, песчаных почти нет	Сухие комья невозможно разрушить сжатием в руке	Хорошо пластинчатая масса	При раскатывании легко образуется шнур, который свертывается в кольцо, но дает трещины (5)
Глина	Очень тонкая однородная масса, труднорастираемая в порошок	Однородный тонкий порошок, песчаных частиц нет	Образует твердые комья, не распадающиеся от удара молотка	Хорошо пластинчатая, липкая, мажущаяся масса	Сформированный при раскатывании шнур легко свертывается в кольцо, не растрескивается (6)

Структура почвы

Описание морфологической структуры должно быть сделано по генетическим горизонтам. При описании каждого горизонта нужно ножом, стамеской или лопатой взять из него небольшой образец и на лопате или в руках встряхнуть несколько раз. Если горизонт структурен, то образец легко распадается на отдельности. Чётко прослеживается структура отдельных горизонтов при выбросе на поверхность во время копки разреза. В дневнике нужно отметить выраженность структуры; структура ясно или неясно выражена. Отметить тип структуры, размер агрегатов, выраженность граней, налеты на гранях, пористость внутри агрегатов и другие особенности. Дать оценку структуры пахотного слоя с точки зрения агрономической: по крупности отдельностей, их пористости, механической прочности и водопрочности.

Механическая прочность, или связность, оценивается по усилию, которое требуется для раздавливания структурной отдельности пальцами, причем определение нужно сделать при полевой влажности.

Для определения водопрочности следует отобрать несколько агрегатов, положить в стакан и залить водой (воду наливать осторожно по стенке сосуда), слой воды на 0,5 см выше слоя агрегата). Записать, за сколько минут агрегаты распадутся. Результаты определений должны быть отмечены в отчете. При морфологическом описании структуры следует придерживаться характеристике формы и размера структурных отдельностей почв, представленной в табл. 24.

Таблица 24– Классификация структуры почв

Род	Вид	Размер
I тип. Кубовидная		
1. Глыбистая – неправильная форма и неровная поверхность	1. Крупноглыбистая 2. Мелкоглыбистая	>10 см 10-1 см
2. Комковатая – неправильная округлая форма, неровные округлые и шероховатые поверхности разлома, грани не выражены	3. Крупнокомковатая 4. Комковатая 5. Мелкокомковатая 6. Пылеватая	10-3 мм 3-1 » 1-0,25 мм <0,25
3. Ореховатая – более или менее правильная форма, грани хорошо выражены, поверхность ровная, ребра острые	7. Крупноореховатая 8. Ореховатая 9. Мелкоореховатая	>10 мм 10-7 » 7-5 »
4. Зернистая – более или менее правильная форма, иногда округлая с выраженными гранями, то шероховатыми, то гладкими и блестящими	10. Крупнозернистая (гороховатая) 11. Зернистая (крупичная) 12. Мелкозернистая (порошистая)	5-3 мм 3-1 » 1-0,5 мм

II тип. Призмовидная		
5. Столбовидная – отдельные слабо оформлены, с неровными гранями и округлыми ребрами	13. Крупностолбовидная 14. Столбовидная 15. Мелкостолбовидная	>5 см 3-5 см » <3 »
6. Столбчатая – правильной формы с довольно хорошо выраженными вертикальными гранями и округлым верхним основанием («головкой») и плоским нижним	16. Крупностолбчатая 17. Мелкостолбчатая	5-3 » <3 »
7. Призматическая – грани хорошо выражены, с ровной глянцевидной поверхностью, с острыми ребрами	18. Крупнопризматическая 19. Призматическая 20. Мелкопризматическая 21. Тонкопризматическая 22. Карандашная (при длине отдельностей 5 см)	5-3 см 3-1 » 1-0,5 см 0,5 » <1 »
III тип. Плитовидная		
8. Плитчатая (слоевая) – с более или менее развитыми горизонтальными «плоскостями спайности»	23. Сланцеватая 24. Плитчатая 25. Пластинчатая 26. Листовая	>5 мм 5-3 » 3-1 » <1 »
9. Чешуйчатая – со сравнительно небольшими горизонтальными плоскостями спайности и часто острыми гранями	27. Скорлуповатая 28. Грубочешуйчатая 29. Мелкочешуйчатая	>3 » 3-1 <1

Сложение почвы

Сложение – это внешнее выражение плотности и пористости почвы. Зависит, в первую очередь, от минералогического и механического состава почвы, а также от некоторых показателей химического состава, которые обуславливают оструктуренность (содержание карбонатов, гипса, железа и т.д.)

Сложение бывает слитым (очень плотным), плотным, рыхлым и рассыпчатым.

- *Слитое сложение* характерно для почв в которых протекает процесс слитизации, в результате которого образуется сплошная сцементированная масса. На солонцевато-слитых черноземах Ставрополя и Кубани образованных на элювии или аллювии третичных глин очень высокая степень слитизации, когда в сухом состоянии почва не копается и не разбивается на структурные отдельные и нож в нее не входит.

При *плотном* сложении нож с трудом входит в почву. Если комок почвы и разбивается, то на крупные отдельные.

- *Рыхлое* сложение характерно для оструктуренных хорошо гумусированных и карбонатных почв.

- *Рассыпчатое* сложение характерно для песчаных и супесчаных почв.

- *Пористость* – это совокупность всех пор в почве, выраженное в процентах.

По форме и особенно величине пор различают сложения:

- *тонкопористое* – диаметр пор менее 1 мм;
- *пористое* – диаметр пор от 1 до 3 мм (характерно для основной почвообразующей породы нашего региона лессов и лессовидных суглинков и большинства почв на них сформированных);
- *губчатое* – имеются пустоты размером от 3 до 5 мм;
- *ноздреватое* – имеются пустоты размером от 5 до 10 мм;
- *ячеистое* – пустоты в почве более 10 мм;
- *трубчатое* – пустоты в виде каналов.

В целом для анализа морфологических свойств почвы можно использовать таблицу 25.

Таблица 25 – Предлагаемые характеристики морфологических признаков почв

Морфологические признаки	Характеристики морфологических признаков
1. Название генетического горизонта	A _д (дернина); A ₀ (подстилка); A ₁ ; A ₂ и т.д. - элювиальные; B ₁ ; B ₂ ; B _к (карбонатный); B _г (гипсовый); B _г (глеевый) и т.д. – иллювиальные; AB; AB ₁ ; BC и т.д. – переходные; C; C ₁ ; D – материнские и подстилающие.
2. Мощность горизонтов	Определяется с точностью до сантиметра и записывается в виде дроби, где в числителе указывается нижняя и верхняя границы горизонта, а в знаменателе – мощность. Например:
3. Цвет	Черный, темно-серый, светло-серый, серый, каштановый, темно-каштановый, светло-каштановый, желтый, бурый, желто-бурый, темно-бурый, палевый, красный и т.д.
4. Влажность	Сухой, свежий, влажный, сырой, мокрый, затоплен грунтовой водой
5. Грансостав	Глина тяжелая, глина средняя, глина легкая, суглинок тяжелый, суглинок средний, суглинок легкий, супесь, песок
6. Структура	I) крупно-, средне- и мелкокомковатая, пылеватая, ореховатая, крупно- и мелкоореховатая, крупно-, средне- и мелкозернистая, порошистая; II) столбчатая, призматическая, крупно- и мелкопризматическая III) сланцеватая, пластинчатая, чешуйчатая
7. Сложение	Слитное, плотное, рыхлое, рассыпчатое
8. Пористость	Тонкопористый (диаметр (d) пор < 1 мм), пористый (d от 1 до 3 мм), губчатый (d от 3 до 5 мм), ноздреватый (дырчатый) (d от 5 до 10 мм), поры отсутствуют
9. Новообразования	Выцветы, налеты, корочки, примазки, потеки, прожилки, трубочки, конкреции, прослойки легкорастворимых солей, окислов и гидроокислов, гипса, карбонатов, гумуса. Червоточины, копролиты, кровяны, сгнившие корешки, дендриты
10. Включения	Раковины, кости животных, валуны, камни, кирпичи, уголь, стекло, предметы из металла
11. Характер перехода между горизонтами	Постепенный, плавный, резкий, слабо определяемый (по цвету, или структуре)

Приготовление почвенной вытяжки

Реактивы и оборудование: Технические весы; разновесы; сито диаметром 1мм, колбы на 100, 50-10 мл; каучуковые пробки; хлорид калия 1,0 н.

Общие положения. Для определения содержания загрязняющих веществ в почве необходимо приготовить почвенную вытяжку. В зависимости от того, каким методом проводится анализ, может быть приготовлена: водная суспензия – при титровании, солевая вытяжка – при колориметрировании.

Ход определения

Приготовление водной суспензии. 10 г воздушно-сухой почвы, пропущенной через сито диаметром в 1 мм, отвешивают на технических весах, помещают в колбу емкостью 50-100 мл и приливают 25 мл дистиллированной воды, рН которой равна 6,6-6,8. Колбу плотно закрывают чистой каучуковой пробкой, встряхивают 5 минут и оставляют стоять 18-24 часа, после чего сливают отстоявшийся раствор.

Приготовление солевой вытяжки. Отвешивают на технических весах 20 г воздушно-сухой (или сырой) почвы и помещают в сухую чистую колбу емкостью 100 мл. Приливают 50 мл 1,0 н раствора хлорида калия, закрывают чистой пробкой и энергично встряхивают 5 минут. Через 10-15 минут после встряхивания, когда большая часть почвы осядет на дно, пробку приподнимают и дают стечь жидкости, задержавшейся между пробкой и стеклом. Снова закрывают колбу пробкой, смывают отстоявшейся жидкостью частицы почвы со стенок колбы. Если это не удастся сделать за один прием, минут через 10 повторяют смывание еще раз, после чего колбу оставляют стоять 18-24 часа.

Определение воднорастворимых веществ в почве

Значение анализа. Анализ водной вытяжки является одним из основных приемов при химическом исследовании почв. В водную вытяжку из почвы переходят легкорастворимые соединения, преимущественно минеральные соли. Для незасоленных почв периодическое исследование водных вытяжек дает возможность проследить за динамикой реакции (рН), аммиака, нитритов, нитратов, кальция, калия, фосфорной кислоты, растворимых органических веществ и т.д. Анализ водной вытяжки широко используется для характеристики засоленных почв, так как по данным его устанавливают качественный и количественный состав засоления, на основании которого группируют почвы по характеру и степени их засоления. Динамика растворимых солей позволяет определить пригодность почв для сельскохозяйственных культур и наметить мероприятия по их улучшению.

В зависимости от цели использования результатов анализа вытяжки можно осуществить полный или сокращенный анализ воднорастворимых веществ. В большинстве случаев делают сокращенный анализ, при котором определяют:

- 1) сумму воднорастворимых веществ (сухой остаток);
- 2) сумму минеральных солей (прокаленный остаток);

- 3) CO_3 общую щелочность;
- 4) содержание Cl;
- 5) содержание SO_4 ;
- 6) содержание Ca;
- 7) содержание Mg;
- 8) содержание Na;
- 9) содержание K.

Определение гигроскопической влаги термовесовым методом

Гигроскопическую влагу (W) определяют в химическом анализе почв для пересчета результатов анализа воздушно-сухой почвы на «сухую» почву.

1. Взвесить на аналитических весах три предварительно высушенных пустых бюкса (бюксы взвешивают с крышками), записать в форму записи результатов номер каждого бюкса и его массу.

2. В каждый бюкс поместить навеску почвы. Взвесить почву и бюкс, записав результаты.

3. Поместить бюксы с навесками открытыми в предварительно нагретый сушильный шкаф и выдерживать в течение 6 ч при температуре 100–105 °С.

4. С помощью щипцов вынуть бюксы из сушильного шкафа, закрыть крышками, охладить в течение 30–40 мин. в эксикаторе и взвесить на аналитических весах. Если необходимо проверить полноту удаления гигроскопической влаги, бюксы с почвой снова ставят в сушильный шкаф на 1,5–2 ч и взвешивают.

5. Рассчитать гигроскопическую влажность для каждого бюкса. Расчет массовой доли гигроскопической влаги (%) проводят по уравнению:

$$W\% = ((m_1 - m_2) / (m_2 - m_3)) \times 100\%,$$

где m_1 – масса влажной почвы с бюксом; m_2 – масса сухой почвы с бюксом; m_3 – масса бюкса/

Определение содержания карбонат- и гидрокарбонат-ионов в почве

(Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке
ГОСТ 26424-85)

Реактивы и оборудование Бюретка для титрования; колбы конические на 250 мл; пипетки 10 мл; раствор фенолфталеина; раствор метилового оранжевого; 0,05 н раствор соляной кислоты.

Ход определения

Для определения содержания карбонатов и гидрокарбонатов в почвенном покрове используется водная суспензия почвы.

Определение карбонат-иона. В колбу наливают 10 мл анализируемой

воды. Добавляют пипеткой 5-6 капель раствора фенолфталеина (при отсутствии окрашивания раствора, либо при слабо-розовом окрашивании считают что карбонат-ион в пробе отсутствует, рН пробы меньше 8,0-8,2). Постепенно титруют содержимое склянки раствором соляной кислоты (0,05н) до тех пор, пока окраска побледнеет до слабо-розовой.

Количество эквивалентов карбонат-иона (X), ммоль в 100 г почвы, вычисляют

$$X = \frac{2 \cdot c \cdot V \cdot 500}{V_1}$$

по формуле, где 2 - коэффициент, учитывающий, что при рН 8,3 карбонат-ион оттитрован наполовину; c - концентрация раствора серной кислоты (1/2 H₂SO₄) ммоль/см³; V - объем раствора серной кислоты, израсходованный на титрование пробы до рН 8,3, см³; 500 - коэффициент пересчета ммоль в 100 г почвы; V_1 - объем пробы вытяжки, см³.

Массовую долю карбонат-иона в почве (X_1) в процентах вычисляют по формуле $X_1 = C \cdot 0,030$, где C - количество эквивалентов карбонат-иона в анализируемой почве, ммоль в 100 г; 0,030 - коэффициент пересчета в проценты.

Массовую концентрацию карбонат-иона рассчитывают по формуле: $C_k = V_k \cdot 300$, где V_k - объем раствора соляной кислоты, израсходованный на титрование, мг/л.

Определение гидрокарбонат-иона. В колбу наливают 10 мл анализируемой воды. Добавляют пипеткой 1-2 капли раствора метилового оранжевого. Постепенно титруют содержимое склянки раствором соляной кислоты (0,05н) при перемешивании до перехода желтой окраски в розовую.

Количество эквивалентов бикарбонат-иона (X), ммоль в 100 г почвы, вы-

$$X = \frac{c(V_1 - V) \cdot 500}{V_2}$$

числяют по формуле, где c - концентрация раствора серной кислоты, ммоль/см³; V_1 - объем раствора серной кислоты, израсходованный на титрование пробы от рН 8,3 (или ниже, если отсутствует карбонат-ион) до рН 4,4, см³; V - объем раствора серной кислоты, израсходованный на титрование пробы до рН 8,3, см³; 500 - коэффициент пересчета в ммоль в 100 г почвы; V_2 - объем пробы вытяжки, см³. Массовую долю бикарбонат-иона в почве (X_1) в процентах вычисляют по формуле $X_1 = C \cdot 0,061$, где C - количество эквивалентов бикарбонат-иона в анализируемой почве, ммоль в 100 г; 0,061 - коэффициент пересчета в проценты.

Массовую концентрацию гидрокарбонат-иона рассчитывают по формуле $C_k = V_{ГК} \cdot 305$, где $V_{ГК}$ - объем раствора соляной кислоты, израсходованный на титрование, мг/л.

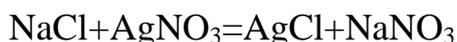
Анализ водной вытяжки

Перед анализом водной вытяжки рекомендуется проделать качественные реакции на присутствие в ней хлора, сульфат-иона и кальция. По величине выпавшего осадка при реакциях устанавливают примерный объем водной вытяжки для определения сухого остатка, хлора и других элементов.

Оборудование и реактивы. 1. 5%-ный раствор AgNO_3 . 2. 10%-ный раствор BaCl_2 . 3. 4%-ный раствор $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. 4. 10%-ный раствор HCl .

Качественная реакция на Cl^- : 1. Взять в пробирку 5 мл водной вытяжки и прилить две капли 10%-ного раствора HCl .

2. Прилить несколько капель 5%-ного раствора AgNO_3 и содержимое пробирки перемешать. О присутствии хлор-иона судят по образовавшемуся осадку или мути AgCl . Реакцию осаждения хлор-иона можно представить следующим образом:

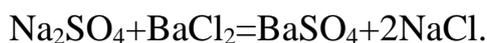


3. По количеству выпавшего осадка отличают: мало, много очень много.

Качественная реакция на SO_4^{2-} : 1. Взять пипеткой 10 мл вытяжки и перенести в пробирку.

2. Прилить в пробирку 1 мл 10%-ного раствора BaCl_2 и кипятить жидкость в течение 1 минуты.

3. Если в водной вытяжке имеются сернокислые соли, то выпадает белая муть или осадок сернокислого бария, реакцию образования которого можно представить следующим образом:



Качественная реакция на Ca^{2+} : 1. Взять в пробирку 5 мл водной вытяжки и прилить 5 мл 4%-ного $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$.

2. Довести содержимое пробирки до кипячения.

3. По образовавшейся белой мути или осадку судят о присутствии кальция.



4. По количеству выпавшего осадка отмечают: мало, много, очень много.

Определение сухого остатка

Ход анализа.

1 Взять пипеткой 50 мл водной вытяжки и перенести в заранее взвешенную на аналитических весах фарфоровую чашку.

2. Взятый объем вытяжки выпаривают досуха на водяной бане.

3. После выпаривания чашку снаружи обтереть, а затем просушить в сушильном шкафу при температуре 105° в течение 3 часов.

4. Охлажденную в эксикаторе чашку с остатком взвесить на аналитических весах.

5. Вычислить сухой остаток (в %) по формуле:

$$X = \frac{(a-b) \cdot 100}{c}$$

где X – процент сухого остатка; a – вес чашки с сухим остатком; b – вес пустой

чашки; s – навеска почвы в г, которая соответствует объему фильтрата, взятого для выпаривания; 100 – перевод в проценты.

Определение степени засоления по величине сухого остатка (%). Незасоленные 0,3 %, слабозасоленные 0,3–0,5 %, средnezасоленные 0,5–1 %, сильнозасоленные 1–2 %, очень сильно засоленные – 2 %.

Определение кислотности почвы

На универсальную индикаторную бумагу поместить несколько капель водной вытяжки, по окраске бумаги и индикаторной шкале определить pH (реакцию среды). Если $pH < 6$, почва считается закисленной.

Определение содержания хлорид-ионов в почве (почвенной вытяжке) методом титрования

(ГОСТ 26425-85. Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке)

Реактивы и оборудование: Конические колбы на 200 мл; пипетки на 10 мл; цилиндры мерные на 100 мл; бюретки для титрования; дистиллированная вода; 0,01 н раствор $AgNO_3$: растворяют 1,6987 г $AgNO_3$ в дистиллированной воды; 0,01 н раствор $NaCl$, готовится из фиксаля; 5 %-ный раствор K_2CrO_4 .

При применении противогололедных средств нередко увеличение содержания хлоридов в почве. В водах, фильтрующихся через солончаковую почву, в 1 л могут содержаться сотни и даже тысячи миллиграммов хлоридов. Содержание хлоридов является показателем загрязнения почвенного покрова.

Определение хлоридов ведется по методу Мора с предварительным приготовлением водной суспензии почвы. Принцип метода Мора основан на осаждении хлоридов азотнокислым серебром в присутствии хромата калия K_2CrO_4 . При наличии в растворе хлоридов $AgNO_3$ связывается с ними, а затем образует хромат серебра оранжево-красного цвета. $NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl \downarrow + NaNO_3$
 $2AgNO_3 + K_2CrO_4 \rightarrow Ag_2CrO_4 \downarrow + 2KNO_3$

Ход работы

Вначале устанавливают титр $AgNO_3$. Для этого в коническую колбу вносят 10 мл анализируемой воды, прибавляют 2-3 капли K_2CrO_4 . Содержимое колбы титруют раствором $AgNO_3$ до перехода лимонно-желтой окраски мутного раствора в оранжево-красную, не исчезающую в течение 15- 20 с. При содержании хлоридов менее 250 мг/л берут 100 мл фильтрованной испытуемой воды. При большем содержании хлоридов берут 10-50 мл. Испытуемую воду наливают в две конические колбы, доводят до 100 мл дистиллированной водой, прибавляют 5 капель раствора K_2CrO_4 . Раствор в одной колбе титруют $AgNO_3$, а вторая колба используется для контроля.

Количество эквивалентов иона хлорида (X), ммоль в 100 г почвы, вычисляют по формуле:

$$X = \frac{V \cdot c \cdot 500}{V_1},$$

где V - объем раствора азотнокислого серебра, израсходованный на титрование, см³;

c - концентрация раствора азотнокислого серебра, ммоль/см³;

500 - коэффициент пересчета и а 100 г почвы;

V_1 - объем пробы водной вытяжки, взятый для титрования, см³.

Массовую долю иона хлорида в почве (X_1) в процентах вычисляют по формуле:

$$X_1 = C \cdot 0,0355,$$

где C - количество эквивалентов иона хлорида в почве, ммоль в 100 г;

0,0355 – коэффициент пересчета в проценты (эквивалентное количество хлора, соответствующее 1 мл 0,01 н раствору AgNO₃ мг). За результат анализа принимают значение единичного определения иона хлорида. Результат анализа выражают в миллимолях в 100 г почвы и в процентах с округлением до трех значащих цифр.

Допускаемые относительные отклонения при доверительной вероятности $P = 0,95$ от среднего арифметического результатов повторных анализов при выборочном статистическом контроле составляют: 21 % – для количества эквивалентов иона хлорида до 2 ммоль в 100 г почвы; 11 % - св. 2 до 6 ммоль в 100 г почвы; 7 % – св. 6 ммоль в 100 г почвы.

Расчет содержания гипотетических солей в почве

Поскольку степень засоления почв фактически определяется содержанием токсичных солей, необходимо по данным водных вытяжек разделять токсичные и нетоксичные соли. Предлагаемый метод расчета токсичных и нетоксичных солей (Базилевич Н.И.) основан на связывании ионов в гипотетические соли. В первую очередь связываются карбонаты и гидрокарбонаты, далее сульфат ионы и в последнюю очередь – хлорид ионы. Расчет содержания солей по данным водных вытяжек делается следующим образом:

1. CO₃²⁻ - ионы являются токсичными. Эти ионы в первую очередь связываются с Na⁺; избыток CO₃²⁻ - ионов затем связывается с Mg²⁺.

2. HCO₃⁻ ионы в водной вытяжке могут быть обусловлены присутствием как токсичных - NaHCO₃, Mg(HCO₃)₂; так и нетоксичных солей – Ca (HCO₃)₂.

В первую очередь рассчитываем возможное содержание в водной вытяжке HCO₃⁻ ионов, связанных с Ca²⁺. Затем оставшееся количество HCO₃⁻ ионов связывается с Na⁺ и Mg²⁺.

Если общая щелочность водной вытяжки не превышает 1,4 мг-экв/100, то все гидрокарбонат-ионы соединяются с Ca²⁺; в том случае, если есть остаток HCO₃⁻ (т.е. Ca²⁺ не много), то он свяжется с Na⁺. Если же количество HCO₃⁻ ионов более 1,4 мг-экв/100 г, то растворимость CaCO₃ снижается и с Ca²⁺ может быть связано только 0,6 мг-экв/100 г ионов HCO₃⁻. Из оставшихся

ионов HCO_3^- при повышенной общей щелочности после связания с Ca^{2+} , 70 % их связывается с Na^+ , а 30% с Mg^{2+} . Однако, с Mg^{2+} можно связывать не более 4 мг-экв HCO_3^- .

Следует обратить внимание, что если в водной вытяжке даже при высоких значениях общей щелочности обнаружено повышенное содержание Ca^{2+} (до 2 мг-экв/100 г), и вытяжка окрашивается в желтый цвет, что свидетельствует о присутствии большого количества гумусовых веществ в почве и образовании комплексных, переходящих в водную вытяжку, органо-минеральных соединений Ca^{2+} . То растворимость CaCO_3 увеличивается и рекомендуется не устанавливать ограничения в 0,6 мг-экв/100 г при связывании Ca^{2+} , а связывать весь кальций с HCO_3^- .

3. SO_4^{2-} -ионы, могут быть связаны как в токсичные (Na_2SO_4 , MgSO_4), так и нетоксичные (CaSO_4) соли.

Ионы SO_4^{2-} связываются в гипотические соли начиная с наименее растворимых солей в последовательности: $\text{CaSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4$.

Количество мг-экв Ca^{2+} -ионов, связанных в CaSO_4 соответствует содержанию мг-экв Ca^{2+} -ионов, уменьшенных на величину мг-экв. Ca^{2+} -ионов связанных с HCO_3^- . Однако, необходимо учитывать, что содержание SO_4^{2-} -ионов, связанных с Ca^{2+} не может быть более 12,5 мг-экв в растворимой форме.

Чтобы рассчитать содержание токсичных (связанных с Na^+ и Mg^{2+}) ионов SO_4^{2-} , необходимо из общего содержания мг-экв SO_4^{2-} в водной вытяжке вычесть количество мг-экв Ca^{2+} , уменьшенное на величину мг-экв HCO_3^- .

4. Cl^- -ионы. Все хлоридные соли являются токсичными. Связывание Cl^- -ионов в гипотические соли происходит в последовательности: $\text{NaCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2$, т.е. начиная с наименее растворимых солей.

Определение фитотоксичности почв

(МР 2.1.7.2297-07 Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности)

Необходимость определения этого показателя особенно часто возникает при мониторинге химически загрязненных почв или при оценке возможности использования в качестве мелиорантов или удобрений различного рода отходов: осадков сточных вод, различного рода компостов, гидролизного лигнина. Для выяснения относительной фитотоксичности используют метод рулонной культуры, выращивая проростки тест-растений на рулоне фильтровальной бумаги из семян, замоченных в растворе в различными концентрациями тяжелых металлов.

Определить степень токсичности почвы можно с помощью биотестирования. Для целей определения степени токсичности почвы применяется биотест на фитотоксичность (фитотест), который способен адекватно реагировать на экзогенное химическое воздействие путем снижения интенсивности про-

растания корней, и выступать в роли индикаторов токсичности. Фитотест информативен, высоко чувствителен, характеризуется стабильностью получаемых результатов. Показателями фитотоксического действия являются снижение (по сравнению с контролем) всхожести семян, снижение длины корней, уменьшение скорости прорастания семян за первые 3 дня опыта. При том наиболее информативным для проведения лабораторных опытов обладает тест на ингибирование роста семян.

Оборудование и материалы: пробы почвы, биотестеры (семена тест-растений), дист. вода, фильтровальная бумага, чашки Петри, пипетки на 5 мл, пинцет, линейки, весы теххимические, термостат.

Ход работы

1. Перед проведением биотестирования почва проходит пробоподготовку. Из пробы почвы готовят водную вытяжку в соотношении 1:4 и далее анализируют полученный раствор.

2. Чашки Петри с вложенными в них кружочками фильтровальной бумаги стерилизуют и охлаждают. На внешней стороне крышек ставится маркировка, включающая наименование пробы (контроль, рабочие образцы).

Определение индекса токсичности с помощью семян редиса (кресс-салата) основано на определении всхожести семян на исследуемой водной вытяжке по сравнению с прорастанием семян на дистиллированной воде. Для этого 20 – 100 семян помещают на фильтровальную бумагу в чашках Петри с 7 мл пробы на 24 (48) часов. Чашки прикрывают крышками и помещают в термостат при температуре +27 °С (или проращивании семян проводить при комнатной температуре, в темноте). Предварительно всхожесть семян тест-объекта необходимо проверить (всхожесть должна составлять не менее 95 %). • При определении процента всхожести субстратом для проращивания семян служит дистиллированная вода, которая вносится на фильтр в объеме 5 мл.

3. По результатам биотестирования вычисляются количественные показатели качества почвы по всхожести семян редиса и индекса точности водной вытяжки из почвы. Для количественного выражения токсического действия на всхожесть семян вычислите индекс токсичности по формуле:

$$J = (V_{\text{контроль}} - V_{\text{опыт}}) / V_{\text{контроль}},$$

где J- индекс токсичности, $V_{\text{контроль}}$ – всхожесть семян в контроле, $V_{\text{опыт}}$ – всхожесть семян в опытном варианте.

Критерии оценки токсичности: индекс токсичности (J) меньше 20 - допустимая степень токсичности; от 20 до 50 – образец токсичен; равно или больше 50 – образец сильно токсичен.

4. Оценка токсичности среды по степени роста корней тест-объекта проводится измерением длины корешка через 7 дней экспозиции. По истечении

срока экспозиции измеряют длину корней проростков в контрольных и опытных пробах, причем объектом измерения у каждого семени является корень максимальной длины.

5. Величина показателя тест-функции ($L_{ср}$ – интенсивность роста корней проростков семян, длина, мм) контрольных и опытных семян вычисляется как среднее арифметическое из совокупности данных о длине корней проростков полученных в трех повторностях эксперимента (формула 1).

$$L_{ср} = \frac{\sum L_i}{n}, \text{ где} \quad (1)$$

L_i - длина максимального корня каждого семени, мм; \sum - сумма; n - общее число семян, взятых в опыт.

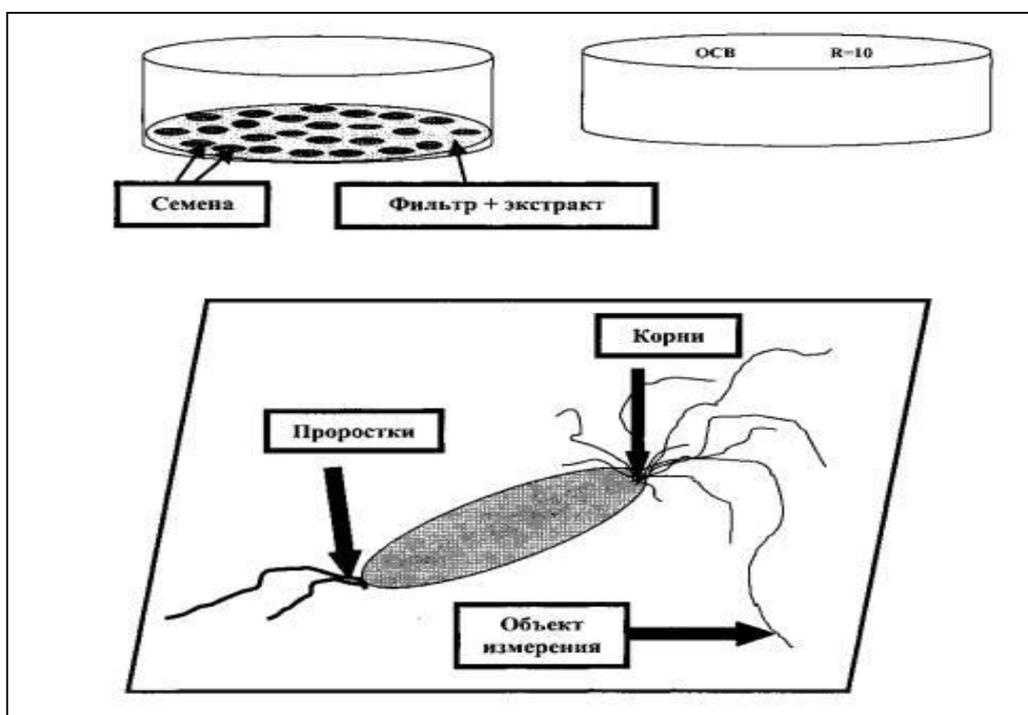


Рисунок 12 – Последовательность действий при определении фитотоксичности

- При $L_{ср(оп)} >$ или $= L_{ср(К)}$ – отсутствие неблагоприятного действия вытяжек (отхода, водной пробы).
- Величина эффекта торможения определяется по формуле 2.

$$E_T = \frac{L_K - L_{оп}}{L_K} \cdot 100\%, \quad (2)$$

E_T - эффект торможения, %;

$L_{оп}$ - средняя длина корней в опыте, мм;

L_K - средняя длина корней в контроле, мм.

Фитотоксическое действие считается доказанным, если фитозффект (E_T) составляет 20 % и более.

Санитарно-гигиеническая оценка почвы

При **санитарной оценке** почвы учитывают результаты: химического, микробиологического и гельминтологического исследований.

Микробиологическое исследование проводят для санитарной оценки почвы, характеристики процессов самоочищения, оценки почвенного и биотермического методов обезвреживания отходов, при определении пригодности участков для строительства, а также при эпидемиологических и эпизоотологических обследованиях с целью выяснения путей заражения почвы, продолжительности выживания в ней патогенных микробов и т. д.

В зависимости от поставленной задачи применяют краткий или полный **санитарно-бактериологический анализ** почвы. Краткий анализ почвы включает определение двух микробиологических показателей; микробного числа (общего количества бактерий) и колититра; полный анализ: микробного числа, коли титра, титра анаэробов (*Cl. perfringens*), протей, термофилов.

Таблица 26 – Санитарные показатели почв

Почва	Микробное число, млн. в 1 г	Титр кишечной палочки	Титр анаэробов (титр <i>Cl. perfringens</i>)
Сильно загрязненная	Свыше 3—5	0,001 и ниже	0,0001 и ниже
Умеренно загрязненная	2,5—3	0,01—0,001	0,01—0,0001
Слабо загрязненная	2	0,1—0,01	0,1—0,01
Чистая	1—1,5	1,0 и выше	0,1 и выше

Микробиологическим показателем, характеризующим загрязненность почвы органическими веществами, является **микробное число**. В чистых почвах микробное число не превышает 1-1,5 млн. особей в 1 г, в сильно загрязненных почвах того же типа количество микробов возрастает в несколько раз (табл. 5).

В почве формируются сообщества (ценозы) с разнообразным видовым и количественным составом микроорганизмов. В богатых органикой почвах количество бактерий может достигать нескольких миллиардов в 1 г. Значительно меньше в почве актиномицетов, Их в 1 г не более 10 млн. Грибы представлены в различных почвах в количестве от нескольких сотен тысяч до нескольких миллионов в 1 г. Содержание простейших в том же объеме обычно не превышает нескольких тысяч. Наличие большого количества микроорганизмов в почве служит косвенным показателем ее плодородия. Наиболее заселенными являются черноземные, каштановые и сероземные почвы. Состав микрофлоры определяется климатическими, почвенно-географическими условиями и зависит от комплекса факторов – содержания источников питания, влажности, рН, аэрации, структуры почвы, способов обработки, взаимоотношений между микроорганизмами и др.

Основную массу почвенных микроорганизмов составляют сапрофитные

и лишь незначительное количество приходится на долю патогенных видов.

Санитарное состояние почвы оценивают на основании нескольких показателей:

1 – содержания общего количества микроорганизмов (общее микробное число),

2 - наличия санитарно-показательных микроорганизмов.

Для решения ряда агротехнических вопросов проводят определение общего количества микроорганизмов, участвующих в различных процессах превращения азота и углеродсодержащих веществ (аммонифицирующих, азотфиксирующих, целлюлозоразрушающих и др.). Например, перед внесением пестицидов обязательно определяют видовой и количественный состав почвенной микрофлоры.

Для почвы санитарно-показательными организмами служат бактерии группы кишечной палочки (БГКП или колиформные), фекальные энтерококки, *Clostridium perfringens*, термофильные бактерии, *Proteus* spp.

Исследование на прямое обнаружение патогенных микробов в почве проводят только при специальных показаниях. В качестве косвенных показателей возможного загрязнения почвы патогенными бактериями используют санитарно-показательные микроорганизмы: бактерии группы кишечных палочек, *Cl. perfringens*, бактерии из рода *Proteus*, термофилы.

Обнаружение *Cl. perfringens* в почве также указывает на ее фекальное загрязнение. Почвенный слой обогащается одновременно бактериями группы кишечных палочек и *Cl. perfringens*. Через 4-5 мес. отмечается отмирание кишечных палочек, а *Cl. perfringens* еще обнаруживается в титре 0,01. Следовательно, *Cl. perfringens* имеет санитарно-показательное значение только в том случае, если титр его определяют в комплексе с коли-титром и другими показателями. Свежее или давнее фекальное загрязнение почвы можно определить по соотношению количества вегетативных форм *Cl. perfringens* и споровых форм микроба.

Выявление в почве бактерий из **рода *Proteus*** свидетельствует о загрязнении ее органическими веществами животного происхождения или фекалиями людей. Термофильные микроорганизмы являются показателями загрязнения почвы навозом, компостами. В чистых почвах термофилов не обнаруживают.

Определение микробного числа почвы

Оборудование: пробы почвы, чашки Петри, термостат, дистиллят, стеклянные палочки, мерные пипетки,

Ход работы

1. Пробы почвы для микробиологического анализа отбирают стерильной железной лопаткой, совком или специальным буром в стерильные широкогорлые банки, которые закрывают ватными пробками. К банке приклеивают этикетку с датой и номером отобранной пробы почвы.

2. Образцы почвы, доставленные в лабораторию, освобождают от круп-

ных примесей –стекло, камней, корней и др. Крупные комочки почвы измельчают, затем образцы пропускают через сито с диаметром отверстий не более 3 мм., объединяют и из этой смеси берут навеску 10г.

3. Приготовленную навеску вносят в колбу с 90 мл стерильной дистиллированной воды и тщательно перемешивают взбалтыванием в течение 5-10 мин. Такая обработка необходима для того, чтобы извлечь микроорганизмы из комочков земли и с поверхности почвенных частиц.

4. Полученную равномерную взвесь отстаивают 2 мин и затем готовят из нее ряд 10-кратных разведений, последовательно перенося стерильной пипеткой по 1 мл в пробирки с 9 мл стерильной дистиллированной воды. Схема последовательных разведений почвы представлена на рис. 12. При приготовлении разведений взвесь переносят в каждую последующую пробирку новой стерильной пипеткой. Таким образом, готовят разведения до 1:1000000 и более в зависимости от того, из каких почв были взяты пробы для исследования, и их предполагаемой заселенности микроорганизмами. Для посева используют не менее двух различных разведений (обычно используют два последних, максимальных). Из каждого выбранного разведения по 1 мл вносят в 2 стерильные чашки Петри (для получения средних показателей) и заливают 15-20 мл расплавленного и охлажденного до 45°C МПА. Осторожно передвигая чашки по поверхности стола, перемешивают агар с внесенными в него разведениями почвы.

5. После застывания питательной среды чашки инкубируют в термостате при температуре 30-35°C в течение 24 - 48 ч. Количество микроорганизмов, содержащихся в 1г исследуемой почвы, определяют следующим образом. Подсчитывают количество колоний, выросших на каждой из двух чашек, суммируют полученные результаты и делят на 2, вычисляя среднеарифметический показатель, и умножают его на степень разведения. Для подсчета берут чашки, на которых выросло от 50 до 150 колоний. **Пример.** В чашках, засеянных почвенной суспензией, взятой из разведения 1: 10000, выросли в среднем 75 колоний. 75 умножаем на степень разведения - 10000 и получаем результат - 750000 бактерий. То есть такое количество микроорганизмов содержится в 1 г исследуемого образца почвы.

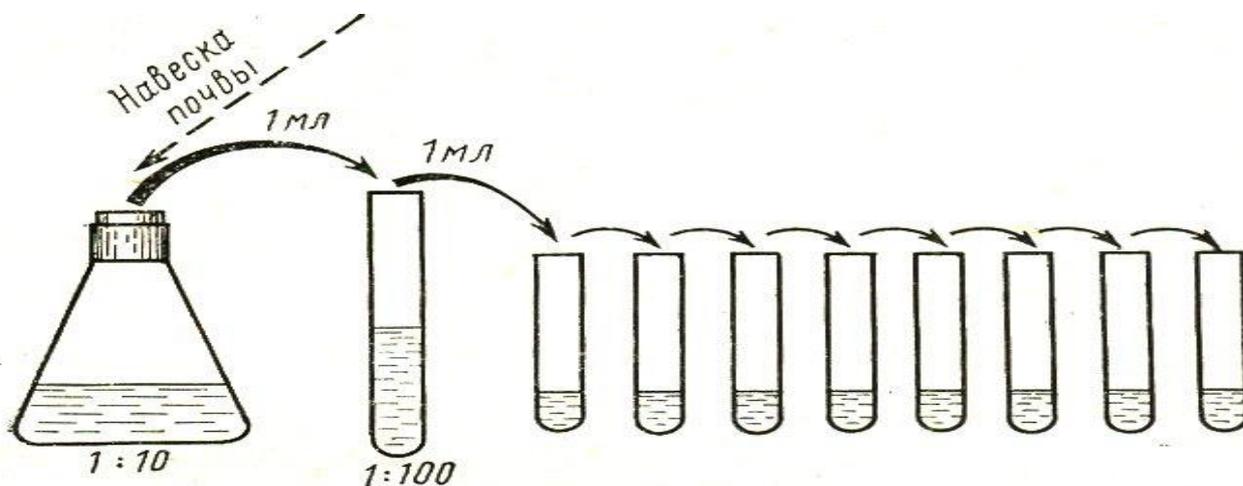


Рисунок 13 – Схема последовательных разведений почвы

Определение накопления нитратов в растительных продуктах питания

Цель выполнения работы: используя упрощенные методики анализа, определить в свежих и отварных овощах содержание нитратов (NO_3^-), сравнить их количество с допустимыми нормами и сделать вывод о качестве растительных продуктов питания.

Оборудование, реактивы, материалы:

- раствор дифениламина в серной кислоте ($\omega = 1,5 \%$), дистиллированная вода;
- скальпель, медицинская пипетка или стеклянная палочка, фильтровальная бумага, стакан на 250 мл;
- электрическая плита;
- картофель, капуста (свежие и отварные), огурцы или другие овощи.

Приготовление раствора дифениламина: 1,5 г дифениламина растворить в 54 мл концентрированной H_2SO_4 (плотностью 1,84 г/мл), осторожно перемешать до полного растворения дифениламина.

Нитраты (NO_3^-) – неотъемлемая составляющая всех наземных и водных экосистем, поскольку процесс нитрификации остатков органических соединений, приводящий к образованию окисленных неорганических соединений азота (N), носит глобальный характер. В то же время, в связи с применением в сельском хозяйстве в больших количествах азотных удобрений, поступление нитратов в растения возрастает и превосходит допустимые нормы.

Отмечается четкое деление видов и сортов растений по накоплению и содержанию нитратов. Накопителями нитратов являются семейства тыквенных, капустных, сельдерейных (листовые овощи: сельдерей, петрушка, укроп). В томатах, баклажанах, чесноке, зеленом горошке, яблоках наблюдается минимальное накопление нитратов.

Наибольшее количество нитратов содержится в корнях, стеблях, черенках растений. У капусты наружные листья содержат в 2 раза больше нитратов, чем внутренние, в кочерыжке содержание нитратов в 2–3 раза больше, чем в листовой части. У большинства овощей количество нитратов убывает от плодоножки к верхушке.

В табл. 27 приведены данные по содержанию нитратов в некоторых овощных культурах и их допустимые значения.

При употреблении растительных продуктов с избыточным содержанием нитратов человек может заболеть *метгемоглобинией*. При этом заболевании нитрат-ионы (NO_3^-) взаимодействуют с гемоглобином крови, окисляя железо, входящее в состав гемоглобина. Образовавшийся в результате таких процессов метгемоглобин не способен переносить по крови кислород, и человек испытывает кислородную недостаточность, задыхаясь при физических нагрузках. В желудочно-кишечном тракте избыточное количество нитратов под действием микрофлоры кишечника превращается в токсичные нитрит-ионы (NO_2^-), а далее возможно превращение их в нитрозоамины – сильные канцерогенные яды, вызывающие образование опухолей.

Таблица 27 – Содержание нитратов в овощных культурах и их допустимые значения

Вид растения	$S_{факт}$, МГ/КГ сырой массы	ПДК, МГ/КГ сырой массы
Арбузы	40–600	60
Баклажаны	80–270	–
Горошек зеленый	20–80	–
Капуста белокочанная	600–3000	900
Кабачки	400–700	400
Картофель	40–980	250
Лук зеленый	40–1400	600
Лук репчатый	60–900	80
Морковь	160–2200	400
Огурцы	80–560	150
Петрушка (зелень)	1700–2500	1800
Редис	400–2700	1500
Салат	400–2900	2000
Свекла столовая	200–4500	1400
Томаты	10–180	150
Укроп	400–2200	2000
Фасоль	20–900	–
Чеснок	40–300	–

Содержание нитратов в растительных пищевых продуктах можно уменьшить путем их вымачивания, кипячения и удаления тех частей, которые содержат наибольшее количество нитратов.

По данным ВОЗ допустимая норма нитратов для взрослого человека составляет 5 мг (по нитрат-иону) в сутки на 1 кг массы, т. е. при массе 60–70 кг – 300–350 мг/сут. В табл. 28 дана градация содержания нитратов в растениях по Церлингу.

Таблица 28 – Градация содержания нитратов в растениях по Церлингу

Баллы	Характер окраски раствора дифениламина	Содержание нитратов, мг/кг
6	Срез окрашивается быстро и интенсивно в иссиня-черный цвет. Окраска устойчива и не пропадает.	>3000
5	Срез окрашивается в темно-синий цвет. Окраска сохраняется некоторое время.	3000
4	Срез окрашивается в синий цвет. Окраска наступает не сразу.	1000
3	Окраска среза светло-синяя, исчезает через 2–3 мин.	500
2	Окраска быстро исчезает. Окрашиваются главным образом проводящие пучки.	250
1	Следы голубой быстро исчезающей окраски.	100
0	Нет ни голубой, ни синей окраски. Возможно порозовение тканей растений.	0

Ход работы

По рекомендации преподавателя студенты работают с конкретными овощными или плодовыми культурами. Сначала проводят анализ свежих культур. Используя скальпель, с культуры сделать толстые срезы непосредственно под кожурой, серединной части, ближе к корню (стеблю) и пр. Срезы поместить на белый лист бумаги (можно фильтровальной). На срезы осторожно, пользуясь пипеткой или стеклянной палочкой, нанести несколько капель раствора дифениламина ($\omega = 1,5\%$). Отметить характер окрашивания и определить содержание нитратов в культуре в баллах и мг/кг. Определение повторить два раза и результаты занести в табл. 29.

Таблица 29 – Содержание нитратов в анализируемых овощах и плодах

Исследуемое растение	Тип среза	Баллы	Содержание нитратов, мг/кг
Картофель свежий	а) под кожурой б) серединная часть		
И т. д.			

Поместить овощи в термостойкий химический стакан с кипящей дистиллированной водой и отварить их 10–15 мин. После охлаждения повторить определение содержания нитратов в отварных овощах, согласно методике, приведенной выше. Полученные данные также занести в табл.

Сделать выводы о количестве нитратов в анализируемой культуре, характере их распределения, соответствия нормам и изменении содержания после термической обработки.

Определение накопления органических веществ в биомассе растений и почве

Оборудование, реактивы, материалы:

– аналитические или точные технические весы, набор разновесов, муфельная печь, электроплитка, тигельные щипцы, фарфоровые тигли (с установленным весом и пронумерованные раствором хлорного железа), эксикатор;

– образцы воздушно-сухих травянистых и древесных растений, почвы.

Продуктивность биоценозов в экосистемах неодинакова. Наибольшее количество биомассы накапливается лесными наземными экосистемами (тропические дождевые вечно зеленые леса создают до 70 % запасов углерода, входящего в состав органических веществ). 90–99 % органических веществ накапливается в древесине, несколько меньше в коре и корнях растений и еще меньше – в листьях. В почве в виде гумуса содержится от 1 до 15 % органических веществ, которые являются тысячелетними хранителями энергии. В табл. 30 представлено содержание органических и минеральных веществ (зола) в различных типах и частях растений, по Б.А. Рубину (1976).

Таблица 30 – Содержание органических и минеральных веществ в растениях по Б.А. Рубину

Вид и часть растения	Содержание вещества, % сухого вещества	
	органического	минерального (золы)
Древесные растения:		
стебель	97	3
древесина	99	1
кора	93	7
листья	89	11
Травянистые растения:		
семена	97	3
стебель	96	4
корни	95	5
листья	85	15

Уменьшение содержания органических веществ в растениях от средних уровней наблюдения свидетельствует о серьезных сбоях в работе экосистем, подавлении процесса фотосинтеза за счет, главным образом, антропогенных факторов.

Содержание органических веществ в растениях определяется методом сухого сжигания. Углерод, азот и водород, входящие в состав органических веществ, при сжигании улетучиваются в виде CO_2 , H_2O и N_xO_y . Нелетучий минеральный остаток – зола представляет собой твердое вещество.

Ход работы

Получить у преподавателя прокаленный фарфоровый тигель и образец растения или почвы (3–6 г.) для исследования (или образцы, взятые для анализа при натурном обследовании местности). Тигель взвесить с точностью до 0,01 г (А). Образец тщательно измельчить, поместить в тигель и тоже взвесить (В). По разности определить массу воздушно-сухого образца ($B - A$). Учитывая, что влажность взятого образца $\approx 12\%$, пересчитать массу навески на абсолютно сухое вещество: $(B - A) \times 0,88 = C$. Данные записать в табл. 2.

(Внимание! Опыт выполнять только под тягой!) Тигель с образцом поставить на разогретую электроплитку, нагреть до обугливания и исчезновения черного дыма. Затем, используя муфельные щипцы, перенести тигель в муфельную печь, разогретую до температуры 400–450 °С, и сжигать еще 25 минут до образования серо-белой золы. Если в образце содержится много железа, зола может быть красно-бурой. После окончания озоления тигель муфельными щипцами осторожно перенести в эксикатор, закрыть крышкой, охладить до комнатной температуры и снова взвесить (Д). По разности массы тигля с золой и чистого тигля рассчитать массу золы ($Z = D - A$), все данные занести в табл. 31.

Таблица 31 – Результаты исследования

Образец растения или почвы	Масса, г					Содержание вещества в образце			
	тиг-ля	тигля с воз-душно-сухой навеской	воз-душно-сухой навески	абсолютно сухой навески	тиг-ля с золой	органического		минерального (золы)	
						г	%	г	%
	А	В	В-А	С	Д	N	ω_N	З	ω_Z
Древесина (кора) и т. д.									

Рассчитать содержание органического вещества в образце по формуле: $N = C - Z$, г.

Вычислить процентное содержание органических и минеральных веществ в образце по формулам:

$\omega_N = 100 \cdot N/C$, где ω_N – содержание органических веществ, %;

$\omega_Z = 100 \cdot Z/C$, где ω_Z – содержание минеральных веществ (золы), %.

В табл. 14 занести данные по результатам определения органической и минеральной составляющей всех образцов растений и почв, выполненных на занятии. Пользуясь данными табл. 13 и теоретическими сведениями, сделать вывод о соответствии полученных данных средним нормативам, сформулировать предположения о возможных причинах отклонения содержания органических веществ в исследуемых образцах от среднесуточных уровней наблюдения.

Список нормативных документов для описания методик мониторинга почв

1. ГОСТ 27593-88. Почвы. Термины и определения.
2. ГОСТ 17.4.2.01-81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния.
3. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами / Минприроды России. -М., 1993.
4. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых количество (ОДК) химических веществ в почве. М., 1991. № 6229-91 от 19 ноября 1991 г.
5. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.
6. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.

7. ГОСТ 17.5.1.03-86. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель.

8. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения

9 ГОСТ 17.4.2.02-83. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почв для землевания

10 ГОСТ 17.4.2.01-81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния.

11 ГОСТ 17.4.2.03-86. Паспорт почв.

12 ГОСТ 17.4.3.03-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.

13 ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.

14 ГОСТ 17.4.3.06-86. Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих

15 ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб почвы для химического, бактериологического и гельминтологического анализа.

16 ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб

17 РД 52.44.2-94 "Методические указания. Охрана природы. Комплексное обследование загрязнения природных сред промышленных районов с интенсивной антропогенной нагрузкой"

18 Методические рекомендации по организации мониторинг источников антропогенного воздействия на окружающую среду в составе производственного экологического контроля. – Пермь, 2006

19 Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 112 с.

20 Методические рекомендации по геохимической оценки источников загрязнения окружающей среды. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 66 с.

21 Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами» (Утв. Минздравом СССР 13.03.1987)

22 Методические указания МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест», утверждено Главным государственным санитарным врачом РФ 7 февраля 1999г.

23 Постановление Правительства Рос. Федерации об утверждении Положения «Об осуществлении государственного мониторинга земель»: от 28 нояб. 2002 г., № 846.

24 СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. Введ. 2003.06.15. М., 2003. 15 с.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ И ГРУППОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ

1. В ходе экскурсий определите места для осуществления мониторинга почвенного покрова, осуществите пробоотбор. Часть показателей, учитываемых в экомониторинге, установите непосредственно в полевых условиях.

2. Нанесите места обследования почв на карту.
3. Определите основные экологические показатели почв, пробы которых отбирались. Сравните эти показатели с нормами.
4. Определите спектр нормативных документов, определяющих организацию и осуществление мониторинга почв. Сделайте их анализ.
5. Предложите пути и направления организации мониторинга почв.

МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРЫ

В качестве наиболее распространенных и опасных были выявлены восемь категорий загрязнителей: 1 – взвешенные вещества, которые могут переносить другие загрязнители, растворенные в них или адсорбированные на поверхности частиц; 2 – углеводороды и другие летучие органические соединения; 3 – угарный газ (СО); 4 – оксиды азота (NO_x); 5 – оксиды серы (в основном диоксид SO₂); 6 – свинец и другие тяжелые металлы; 7 – озон и другие фотохимические окислители; 8 – кислоты (в основном серная и азотная).

Контроль за состоянием атмосферного воздуха включает в себя изучение источников загрязнения, исследование химических и фотохимических превращений загрязняющих веществ, выявление наиболее токсичных веществ, изучение распространения загрязнителей с воздушными потоками, отбор и анализ загрязнителей. Надежность контроля за загрязнением наряду с рассмотренными выше факторами зависит от способа отбора проб. В зависимости от предполагаемого загрязнения воздуха отбор проб может производиться с центрированием или без него.

Определение запыленности воздуха

Пыль – это аэрозоль. Аэрозоли представляют собой частицы вещества (твердые или жидкие) во взвешенном состоянии. Большое количество аэрозолей образуется в результате естественных природных процессов, но немалая их доля имеет антропогенное происхождение. Основным источником антропогенных аэрозолей – процесс горения. Энергетика и транспорт дают 2/3 общего количества антропогенных аэрозолей. Среди прочих источников аэрозолей – металлургические предприятия, производство строительных материалов, химические производства. *Нормативы по содержанию неорганической пыли в воздухе населенных мест: ПДК_{мр} = 0,3 мг/м³; ПДК_{сс} = 0,1 мг/м³.*

Для количественной характеристики запыленности воздуха в настоящее время используется преимущественно весовой метод (гравиметрия). Через аналитический фильтр, находящийся в патроне (рис. 14), просасывают определенный объем запыленного воздуха.

Массу всей витающей пыли без разделения на фракции рассчитывают по увеличению массы фильтра. Лучшими являются фильтры из ткани ФПП. Фильтры Петрянова обладают высокой эффективностью и малым аэродинамическим сопротивлением, их ткань обладает водоотталкивающими свой-

ствами. Метод применяется для определения разовых и среднесуточных концентраций пыли в воздухе населенных пунктов и санитарно-защитных зон в диапазоне $0,04 - 10 \text{ мг/м}^3$.

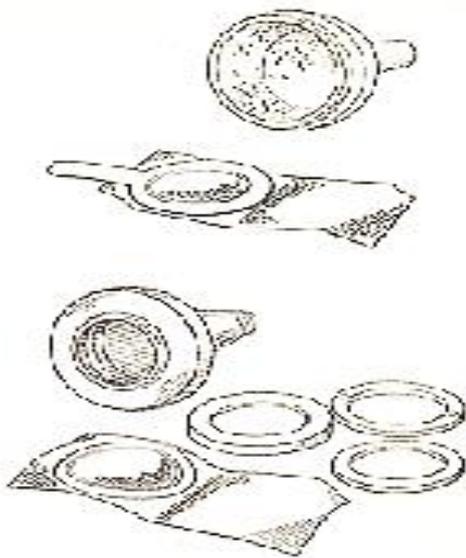


Рисунок 14 – Патроны для отбора проб пыли на фильтры

Аппаратура, реактивы: улавливающее устройство (фильтродержатель, фильтр из ткани ФПП, аспиратор для отбора проб, стакан-насадка на фильтродержатель); аналитические весы; эксикатор; пинцет; чашки стеклянные диаметром 10 см; барометр; психрометр; анемометр.

Материал: воздух населенного пункта.

Ход работы

Фильтр из ткани ФПП выдерживают в течение 40 – 60 мин. в весовой комнате, взвешивают, помещают в пакет и доставляют на место пробоотбора, где его вкладывают в фильтродержатель, который крепко завинчивают. Перед отбором проб проверяют герметичность фильтродержателя, для чего его входное отверстие закрывают пробкой и включают прибор: при герметичном присоединении расходомер воздуха показывает ноль.

Отбор проб проводят со скоростью 250 – 400 л/мин, чтобы навеска пыли на фильтре была не менее 4 мг. Отбор ведется не более 30 мин. После протягивания воздуха фильтр пинцетом извлекают из держателя, складывают вчетверо запыленной поверхностью внутрь и помещают в тот же пакет, из которого он был взят. В лаборатории фильтр выдерживают в течение 40 – 60 мин. при комнатной температуре и доводят до постоянной массы. Если отбор пробы проводился при относительной влажности, близкой к 100%, то фильтр помещают в стеклянной чашке в эксикатор с плавленым хлористым кальцием на 30 – 50 мин., а затем уже выдерживают при комнатной температуре 40 – 50 мин. Концентрацию пыли C , мг/м^3 вычисляют по формуле:

$$C = \frac{M}{V_0},$$

где M – масса пыли на фильтре, равная разности масс запыленного и чистого фильтра, мг; V_0 – объем аспирированного воздуха, приведенный к нормальным условиям, м³.

Под нормальными условиями подразумевается температура 0⁰С и атмосферное давление 1013 гПа (760 мм рт. ст.):

$$V_0 = \frac{V_t \cdot P \cdot 273}{(273+t) \cdot 1013},$$

где V_t – объем аспирированного воздуха при температуре t и атмосферном давлении P гПа, м³; 273 – коэффициент расширения газов; 1013 – нормальное давление, гПа.

Экспресс-метод определения углекислого газа в воздухе

Концентрация углекислого газа отображает степень загрязнения воздуха другими продуктами жизнедеятельности организма. Концентрация углекислого газа в помещениях увеличивается пропорционально количеству людей и времени их пребывания в помещении, но как правило, не достигает вредных для организма уровней. Только в замкнутых, недостаточно вентилируемых помещениях (хранилищах, подводных лодках, подземных выработках, производственных помещениях, канализационных системах и т.п.) за счет брожения, горения, гниения количество углекислого газа может достигать концентраций, опасных для здоровья и даже жизни человека.

Исследованиями М. П. Бресткина и ряда других авторов установлено, что повышение концентрации СО₂ до 2-2,5% не вызывает заметных отклонений в самочувствии человека, его трудоспособности. Концентрации СО₂ до 4% вызывают повышение интенсивности дыхания, сердечной деятельности, снижение трудоспособности. Концентрации СО₂ до 5% сопровождаются одышкой, усилением сердечной деятельности, снижением трудоспособности, а 6% – способствуют снижению умственной деятельности, возникновению головной боли, умопомрачению, 7% - может вызвать неспособность контролировать свои действия, потерю сознания и даже смерть, 10% - вызывает быструю, а 15-20% мгновенную смерть из-за паралича дыхания. Для определения концентрации СО₂ в воздухе разработано несколько методов, среди которых метод Субботина-Нагорского с гидроокисью бария, методы Реберга-Винокурова, Калмыкова, интерферометрический. Вместе с тем в санитарной практике наиболее широко используется портативный экспрессный метод Лунге-Цеккендорфа в модификации Д.В. Прохорова.

Оборудование: шприцы на 20 и 100 мл; пробирки; кальцинированная сода (0,005%-ый раствор); фенолфталеин (1%-ый раствор); аммиак (25%-ый

раствор); поглотительный раствор (к 500 мл дистиллированной воды добавляют 0,04 мл раствора аммиака и 1—2 капли 1%-го фенолфталеина).

Ход работы

1 метод. Принцип: реакция углекислого газа с раствором кальцинированной соды

В шприц объемом 100 мл наберите 20 мл 0,005%-го раствора соды с фенолфталеином, имеющего розовую окраску, а затем засасывайте 80 мл воздуха и встряхивайте в течение 1 мин (рис.15). Если не произошло обесцвечивания раствора, воздух из шприца осторожно выжмите, оставив в нем раствор, вновь наберите порцию воздуха и встряхивайте еще 1 мин. Эту операцию повторите 3-4 раза, после чего добавьте воздух небольшими порциями по 10-20 мл, каждый раз встряхивая содержимое 1 мин до обесцвечивания раствора. Подсчитайте общий объем воздуха, прошедшего через шприц, определите концентрацию CO_2 в воздухе по данным, приведенным в табл. 32.

Таблица 32 – Содержание CO_2 в воздухе в зависимости от объема воздуха, обесцвечивающего 20 мл 0,005%-го раствора соды

Объем воздуха, мл	Концентрация CO_2 , %	Объем воздуха, мл	Концентрация CO_2 , %	Объем воздуха, мл	Концентрация CO_2 , %
80	3,2	330	1,16	410	0,84
160	2,08	340	1,12	420	0,80
200	1,82	350	1,08	430	0,76
240	1,56	360	1,04	440	0,70
260	1,44	370	1,00	450	0,66
280	1,36	380	0,96	460	0,60
300	1,28	390	0,92	470	0,56
320	1,20	400	0,88	480	0,52

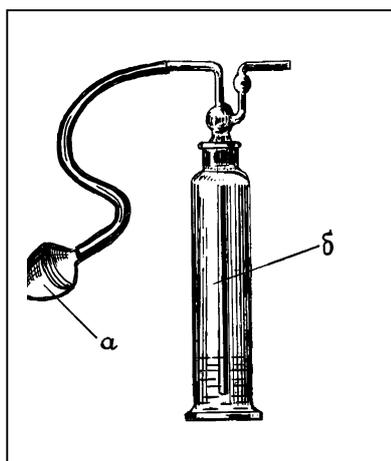


Рисунок 15 – Прибор для определения концентрации CO_2 по Лунге-Цеккендорфу (а – резиновая груша для продувки воздуха с клапаном; б – склянка Дрекслея с раствором соды и фенолфталеина)

2 метод. Принцип: определение, основанное на нейтрализации слабоаммиачного раствора углекислым газом в присутствии индикатора фенолфталеина.

В дальнейшем проводится сравнительное исследование изучаемого воздуха и воздуха открытой атмосферы, где содержание CO_2 держится на уровне

0,04% в городе и 0,03% в сельской местности. В пробирку налейте 10 мл поглотительного раствора и закройте резиновой пробкой, которую заранее прокалите иглой от шприца. Можно использовать шприц Жане (рис. 16). Сначала исследование проведите с воздухом открытой атмосферы. Для этого воздух заберите шприцем до отметки 20 мл и под давлением введите через иглу в пробирку с аммиачным раствором. Не отпуская поршня, пробирку энергично взболтайте для поглощения CO_2 из воздуха. Эти манипуляции проведите до полного обесцвечивания поглотительного раствора. Запишите, сколько раз (число шприцев) пришлось вводить воздух из шприца в пробирку, чтобы раствор обесцветился. После этого пробирку освободите от использованного раствора, ополосните дистиллированной водой, заполните свежим поглотительным раствором (10 мл) и точно так же проводите определение с исследуемым воздухом. Снова отметьте (запишите) число шприцев, использованных на обесцвечивание раствора. Как правило, во втором случае для нейтрализации аммиачного раствора требуется меньшее число шприцев воздуха. Концентрацию оксида углерода(IV) в воздухе определите по формуле:

$$w (\%) = (0.04 n) / n1$$

где n — число шприцев воздуха открытой атмосферы; $n1$ — число шприцев исследуемого воздуха.

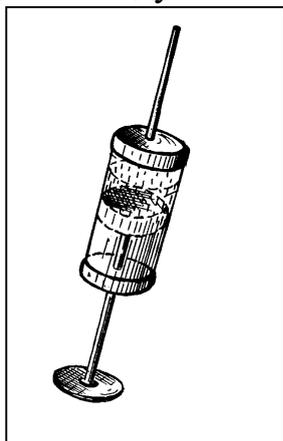


Рисунок 16 – Шприц Жанне для определения концентрации CO_2

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

Предельно допустимая концентрация (ПДК) CO_2 в жилых помещениях разного назначения установленная в пределах 0,07-0,1%, в производственных помещениях, где CO_2 накапливается от технологического процесса, до 1-1,5%.

Определение загрязнения окружающей среды пылью по ее накоплению на листовых пластинках растений

Оборудование: весы аналитические; термостат; калька; вата; пинцеты; фильтровальная бумага; линейки; карта города; садовый секатор; микроскоп.

Ход работы

Листья одного вида тополя, наиболее распространенного в городе (черного, бальзамического и др.), отберите заранее (на отмеченных по карте местах) с вы-

соты 1,5-3 м (высота слоя воздуха, вдыхаемого человеком) в 10-15-кратной повторности. Для этого используйте садовый секатор на сборной штанге. Одновременно отберите листья тополей, произрастающих в чистой зоне (контроль). Листья поместите в пакеты из кальки и осторожно доставьте в лабораторию, избегая встряхивания пыли.

1. В лабораторных условиях на торсионных или аналитических весах взвесьте кусочек влажной ваты, заверните в кальку (до 0,001 г). Лист тополя тщательно оботрите этой ваткой с двух сторон (разворачивать кальку следует с помощью пинцета), после чего ватку взвесьте в кальке повторно. Массу пыли (P) рассчитайте, как разницу между вторым и первым взвешиванием ($P=P2 - P1$). Площадь листа вычислите путем обмера листовых пластинок вдоль (a) и поперек (b) и умножением на переводной коэффициент (k):

$$S = abk \quad (1).$$

Коэффициент колеблется для различных видов тополей от 0,60 до 0,66. Конечный результат выглядит так:

$$M = P/S \text{ (мг/см}^2\text{)} \quad (2)$$

где: m - масса пыли на 1 см² листа.

2. Фильтровальную бумагу смочите водой до стекания. На нее поместите лист своей верхней, а затем рядом - нижней стороной и прикройте листом кальки или пленкой. На фильтре получается отпечаток, который оценивают визуально по степени загрязнения (сплошное - 100%, наполовину - 50% и т. д.). Для этих же целей можно использовать липкую пленку «скотч», которую можно наложить на лист растения, снять и приклеить к белому листу бумаги.

3. Пыль смойте с 30-50 листьев кисточкой в предварительно взвешенную испарительную чашку, воду упарьте, чашку с пылью высушите в сушильном шкафу при температуре +105°C до постоянной массы, а затем взвесьте. Количество пыли рассчитайте в мг на см² листа. Полученные данные занесите в табл. 33.

Таблица 33 – Схема записи результатов

Место взятия мг/см ²	Площадь листьев тополя, % от контроля	Количество пыли
------------------------------------	--	-----------------

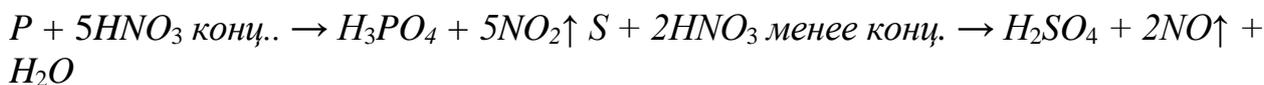
Моделирование влияния загрязнителей атмосферы на биоиндикаторы Моделирование загрязнения воздуха окислами азота

Оборудование: образец лишайника *Nurogymnia physodes* (*Parmelia sulcata*), листья растений, эксикатор, азотная кислота, сера, фосфор, медь (медная стружка), железо.

Ход работы

Листья растений поместить в эксикаторы над парами окислов азота в течение нескольких часов или дней. Получить окислы азота можно несколькими путями.

а) Добавить в эксикатор с азотной кислотой неметалл, например, серу или фосфор. Азотная кислота окисляет неметаллы, восстанавливаясь до NO_2 или NO в зависимости от концентрации:



б) Добавить в эксикатор с азотной кислотой медь. Из концентрированной азотной кислоты медь вытесняет NO_2 , а из разбавленной NO :



Наблюдать за изменениями листовых пластинок растений, записать результаты, сделать гербарий.

Моделирование загрязнения воздуха диоксидом серы

Оборудование: образец лишайника *Hypogymnia physodes* (*Parmelia sulcata*), листья растений, концентрированная серная кислота, дистиллированная вода.

Ход работы

Листья растений поместить в эксикаторы над парами сернистого ангидрида в течение одной недели. Для этого в концентрированную серную кислоту поместить медную проволоку, реакция идет при нагревании на небольшом пламени.

Наблюдать за изменениями листовых пластинок растений, записать результаты, сделать гербарий.

Моделирование загрязнения воздуха соединениями хлора

Оборудование: образец лишайника *Hypogymnia physodes* (*Parmelia sulcata*), листья растений, соляная или хлорноватистая кислота, дистиллированная вода.

Ход работы

Листья растений поместить в эксикаторы над парами соляной кислоты (или хлорноватистой) в течение одной недели. Для этого разбавить концентрированную соляную кислоту водой в соотношении 1:1. Хлорноватистую кислоту не разбавлять.

Наблюдать за изменениями листовых пластинок растений, записать результаты, сделать гербарий.

Список нормативных документов при организации обследования атмосферы в экомониторинге

1 ГН 2.1.6.1339-03 "Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест"

2 ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

3 ГОСТ 17.2.1.03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения.

4 ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.

5 ГОСТ 17.2.4.02.-81. Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.

6 ГОСТ 17.2.6.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Приборы для отбора проб воздуха населенных пунктов. Общие технические требования.

7 ГОСТ 17.2.6.02-85. Охрана природы. Атмосфера. Газоанализаторы автоматические для контроля загрязнения атмосферы.

8 ГОСТ Р 8.563-96. ГСИ Методики выполнения измерений. - Введ. 1996.05.23. М.: Изд-во стандартов, 1996. 10 с.

9 ГОСТ 17.2.1.01-76 Охрана природы. Атмосфера. Классификация выбросов по составу

10 ГОСТ 17.2.4.02-81 Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения ЗВ.

11 ГОСТ 17.2.1.03-84 Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения.

12 ГОСТ 17.2.3.01-86 Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.

13 Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий. Планировка и застройка населенных мест. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов: СанПин 2.2.1/2.1.1.1031.01. . М., 2001. - 51 с.

14 РД 52.44.2-94 "Методические указания. Охрана природы. Комплексное обследование загрязнения природных сред промышленных районов с интенсивной антропогенной нагрузкой"

Руководство по контролю загрязнения атмосферы: РД 52.04.186-89. М., 1989. - 693 с.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ И ГРУППОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ

1. В ходе экскурсий определите точки (посты) для осуществления мониторинга атмосферы, осуществите пробоотбор. Часть показателей, учитываемых в экомониторинге атмосферы, установите непосредственно в полевых условиях.

2. Нанесите места обследования атмосферы на карту.

3. Определите основные экологические показатели атмосферы в местах наблюдения. Сравните эти показатели с нормами.

4. Определите спектр нормативных документов, определяющих организацию и осуществление мониторинга атмосферы. Сделайте их анализ.

5. Предложите пути и направления организации мониторинга атмосферы.

МОНИТОРИНГ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Архитектурное обустройство района

Ход работы

1. Подготовительный этап: в ходе экскурсии определите типы застройки района: 1-2-этажные здания (1960-е годы XX века); 3-5-этажные здания (1970-е годы XX века); многоэтажные здания, 5-20-этажные (1980-1990-е годы XX века). Отметьте здания старинной архитектуры в районе. По литературным источникам установите год постройки этих зданий.

2. Нанесите на карту района условными обозначениями типы городской застройки, здания старинной архитектуры.

3. Оцените уровень застройки района.

4. Предложите ваши рекомендации по планированию архитектурного развития района.

5. Проследите динамику развития центра района:

- найдите и выделите на плане магистрали, соединяющие центр со всеми крупными частями города; установите наличие пешеходных улиц, их художественную выразительность;

- опишите административное, культурное, бытовое, эстетическое значение центра района.

6. Сделайте вывод о развитии центра района.

7. Оцените плотность застройки как отношение площади, занятой зданиями, к общей площади рассматриваемой территории.

Анализ зелёных насаждений района

Ход работы

1. Подготовительный этап: в ходе экскурсии определите виды декоративных деревьев и кустарников, высаженных вдоль автотрасс вашего района города (места экскурсии).

2. Распределите виды растений по группам:

а) по фитонцидным свойствам (1,2,3 группа фитонцидности);

б) по способности ионизировать воздух;

в) по способности поглощать пыль;

г) по устойчивости к оксиду серы (IV);

д) по скорости роста.

3. Нанесите с помощью условных обозначений на карту района места произрастания различных видов растений.

4. Оцените подбор зелёных насаждений для района (опираясь на сведения пункта 2).

5. Определите периметр (V), площадь (A) любого ближайшего зелёного массива (сквера, парка и т. п.).

6. Рассчитайте индекс P – оптимальность конфигурации ближайшего зелёного массива.

$$P = \frac{V}{2 \sqrt{A \cdot \pi}}, \text{ где}$$

V – периметр зелёного массива;

A – площадь зелёного массива;

π – 3,14.

При оптимальных условиях $P = 1$, т.е. когда объект имеет форму круга как наиболее экологически выгодную.

7. Оцените оптимальность конфигурации ближайшего парка.

8. Предложите меры по озеленению района города.

Обследование состояния придорожных посадок древесных растений в разных частях города

Ход работы

1. Во время экскурсии соберите информацию о состоянии древесных растений в различных частях города. Для этого оцените состояние зеленых насаждений, используя следующие рекомендации.

2. Укажите параметры обследованных точек: направление улицы по сторонам света, сторона улицы (тенивая, световая, ширина улицы, местоположение, тип транспорта, наличие высоких домов, наличие продувов между домами, близость зеленых насаждений к дороге, вид насаждений (одно, двурядная посадка, сквер, парк, двор), вид обследуемых растений.

3. Оцените *состояние растений*, по пунктам: фенологическое состояние, наличие хлорозов, визуальная оценка хлорозной ткани; наличие и процент точечного или краевого изменения пигментации листьев (красные, синие, желтые точки, пятна)⁴ наличие некрозов – отмерших тканей их процент по сравнению с общей поверхностью листьев (некрозы: точечный, краевой, межжилковый, идущий лучами).

4. Выявите повреждения растений энтомовыми вредителями, т.к. обычно вредители поражают растения с ослабленным иммунитетом. Повреждения листьев диагностируют следующие. **Грубое объедание листьев** – беспорядочное объедание с краев, нетронутыми остаются лишь толстые жилки и черешки, или полностью съеден лист (капустная белянка, колорадский картофельный жук, кольчатый шелкопряд и др.). Могут быть грубо объедены генеративные органы – бутоны, цветки, зерна (боярышница, гороховая плодожорка). **Фигурное объедание** – листья объедены с краев довольно правильными полукруглыми участками, образуются зубчики (жуки клубеньковых долгоносиков). **Дырчатое выедание** – в листьях насквозь выедены мелкие или крупные отверстия различной формы (клеверный долгоносик семеед, капустная совка, жуки пяденицы, свекловичной щитовки и др.). **Скелетирование** – выедание отдельными участками основной ткани листа с одной или двух сторон, остается основа, скелет листа. Скелетирование бывает трех видов: чаще остаются все жилки и один из эпидермисов (вишневый слизистый пилильщик), или только все жилки (жуки яблонного цветоеда), или только один эпидермис («окошечки» капустной моли, «язвочки» блошек и др.). **Минирование** – это питание вредителя внутри растительной ткани, или скрытое питание. Внутри листа, стебля, плода, корня проложены узкие или широкие ходы, полости (свекловичная муха – минирование листа, шведская муха – минирование стебля, яблонная плодожорка – минирование плода, капустные мухи – минирование корня). **Выедание ямок, полостей.** На корнях, клубнях, корнеплодах (озимая совка), стеблях (льняные блошки), плодах (долгоносики, листовёртки) выгрызены участки тканей в виде ямок или полостей.

Повреждения с механической подготовкой вредителем субстрата для питания: *Образование паутиных гнезд* – розетки листьев с бутонами и

цветками, или целые ветви скреплены паутиной, где питается вредитель (яблонная моль, американская белая бабочка и др.). **Листовые трубки и сигары** – механически скручены один или несколько листьев, где живет и питается вредитель (трубковерты, некоторые листовертки).

Типы повреждений, вызываемые сосущими насекомыми, следующие. **Изменение окраски** в виде обесцвечивания или окрашивания повреждаемых органов растений – в местах прокалывания и сосания вредителями участки ткани обесцвечиваются или появляются пятна бурого, желтого, красного или серебристого цветов (обыкновенный паутинный клещ, крестоцветные клопы, трипсы и др.). **Деформация** – изменение формы листьев (скручивание, гофрирование), стеблей, плодов (различные виды тлей и др.). **Галлы** листовые, стеблевые, побеговые, почковые, корневые – это повреждения с физиологической подготовкой субстрата. В результате местного разрастания тканей под влиянием раздражения при питании возникают вздутия шаровидной, овальной или иной формы. Они могут быть вызваны как грызущими, так и сосущими вредителями (орехотворками, галлицами, тлями грушево-вязовой, вязовой мешковидной, филлоксерой, галловыми клещами, галловыми нематодами и др.).

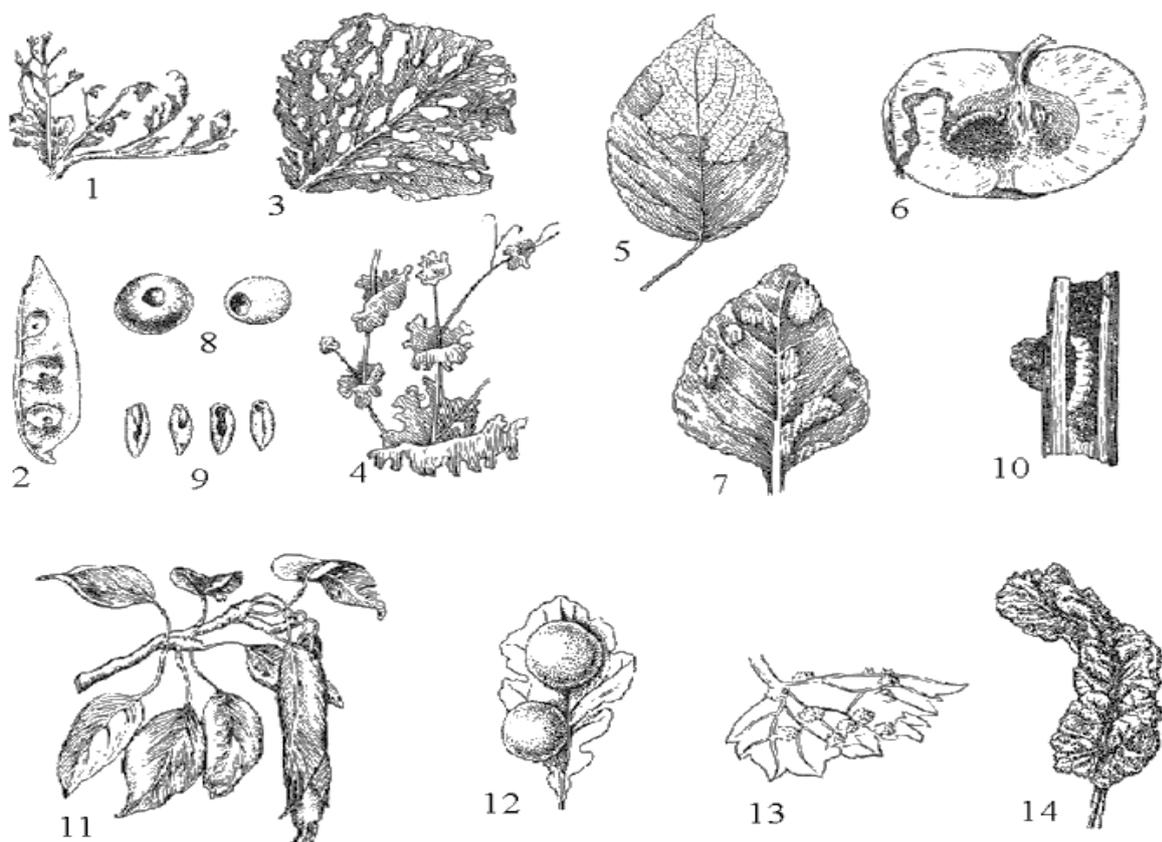


Рисунок 17 – Типы повреждений: 1 – грубое объедание листьев; 2 – грубое объедание зерновок; 3 – дырчатое выедание листьев; 4 – фигурное объедание; 5 – скелетирование; 6 – минирование плодов; 7 – минирование листьев; 8 – внутрисеменное повреждение; 9 – наружное объедание семян; 10 – минирование стеблей; 11 – образование трубок и сигар; 12, 13 – образование галлов; 14

– деформация листьев

5. Диагностировав типы повреждений листовых пластинок, соберите гербарий, опишите разнообразие повреждений, объясните причины развития тех или иных повреждений растений.

Определение состояния окружающей среды в прошлые годы по радиальному приросту древесных растений (метод дендрохронологии)

Определение общего состояния сред обитания в пределах зоны хвойно-широколиственных лесов по радиальному приросту древесных растений – одна из важных задач в области дендроиндикации и определения общего состояния сред обитания. Прирост древесины – интегральный показатель, зависящий от эндогенных физиологических факторов, условий внешней среды и колебаний их в отдельные годы. Действие повреждающих факторов в первую очередь отражается на радиальном приросте ствола, и только более сильные повреждения – на линейном приросте побегов. Изучение радиального прироста используется как один из методов фитоиндикации в биомониторинге антропогенного воздействия на зеленые насаждения.

Принцип метода. Основой дендрохронологических исследований является идентичная реакция деревьев по величине прироста в пределах небольшого района на изменение внешних условий. В благоприятные по метеорологическим условиям годы формируются более широкие кольца, в связи с чем, у большей части деревьев синхронно изменяется ширина годичных колец во времени. Годичные кольца деревьев в процессе роста фиксируют информацию об изменениях окружающей среды, и являются природными биоиндикационными тест-системами для мониторинга. Они дают возможность не только оценить климатические условия прошлых лет, но и проследить изменения в древесине под воздействием техногенных факторов в ретроспективе.

Оборудование: Бурав Пресслера, миллиметровая бумага, линейки.

Ход работы

1. Проведите отбор кернов древесины после окончания роста стебля в толщину возрастным буравом Пресслера на высоте 1,3 м из стволов деревьев. Отбор проводите на территории города в придорожных ценозах. Укажите дату отбора, вид дерева, сопутствующие данные.

2. У всех кернов определите ширину каждого годичного кольца (текущий радиальный прирост) за анализируемый период времени с точностью 0,01 мм. Данные занесите в таблицу (по годам формирования годичных колец).

3. Для анализа полученных экспериментальных данных используйте дендрохронологический метод Битвинскаса (1974). Для каждого исследуемого насаждения составьте дендрошкалу в абсолютных (текущий радиальный прирост в мм) и относительных (индекс текущего радиального прироста в %) зна-

чениях. Для сглаживания возрастного тренда (естественного снижения интенсивности радиального прироста с возрастом) по средним текущим радиальным приростам дендрошкалы определите индексы текущего радиального прироста для каждого года (в %), которые рассчитайте как отношение текущего радиального прироста ($Z_r^{тек}$) за данный год к скользящему среднему значению за 11 лет, включая значения текущего года. Индексы $Z_r^{тек}$, имеющие величину менее 100%, свидетельствуют об угнетении радиального прироста в исследуемом году.

4. При сравнительном анализе средних текущих радиальных приростов дендрошкалы рассчитайте средние периодические радиальные приросты за 5 лет (\bar{Z}_r^5), которые сравните с данными стандартных таблиц хода роста в соответствующем возрасте для каждой исследуемой древесной породы (при их наличии).

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ И ГРУППОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ

1. В ходе экскурсий определите точки для осуществления мониторинга природно-антропогенного комплекса города. Определите компоненты для ведения экомониторинга. Часть показателей, учитываемых в экомониторинге природно-антропогенного комплекса, установите непосредственно в полевых условиях.

2. Нанесите места обследования участков природно-антропогенного комплекса на карту.

3. Определите основные экологические показатели природно-антропогенного комплекса в местах наблюдения. Сделайте выводы

4. Определите перечень нормативных документов, определяющих организацию и осуществление мониторинга природно-антропогенного комплекса. Сделайте их анализ.

5. Предложите пути и направления организации мониторинга природно-антропогенного комплекса.

Приготовление реактивов и растворов для анализов

1. Раствор соляной кислоты (HCl) 0,01н или 0,05н, готовьте разбавлением соответственно 8,4 и 4,2 мл концентрированной HCl (pH 1,19) дистиллированной водой до 1 л. Нормальность кислоты проверьте по точному раствору буры.

2. Фенолфталеин, раствор 0,5%-ый. Раствор готовьте растворением 0,5 г фенолфталеина в 50 мл 96% этилового спирта и доведением объема до 100 мл дист. водой. В раствор добавьте по каплям 0,01н NaOH до появления слабо-розовой окраски.

3. Фенолфталеин, раствор 0,1%-ный. Раствор готовьте растворением 1 г фенолфталеина в мерной колбе на 1000 в 800 мл горячей дистиллированной воде. После охлаждения доведите объем раствора дистиллированной водой до 1000 мл.

4. Метилоранжевый 0,5%-ный. Растворите 0,05 г индикатора метилового оранжевого в 100 мл дистиллированной воды.

5. Метилоранжевый, раствор 0,1%-ный. 0,1 г индикатора растворите в 80 мл горячей дистиллированной воды и после охлаждения доведите объем раствора дистиллированной водой до 100 мл.

6. Раствор гидроксида натрия 0,01н готовьте разбавлением 100 мл 0,1н раствора свежеприготовленной прокипяченной дистиллированной водой в колбе на 1 л. Установите его нормальность по раствору щавелевой кислоты 0,1 н. (6,3 H₂C₂O₂·2H₂O ч.д.а.), выдержанной в эксикаторе над хлористым кальцием, растворите в горячей свежeproкипяченной дистиллированной воде и доведите до 1 л.

7. Раствор гидроксида натрия 2н. 80 г х.ч. растворите в мерной колбе на 1 л и доведите до метки дистиллированной прокипяченной водой. После охлаждения раствор доведите до метки.

8. Раствор гидроксида натрия 10М. 400 г NaOH растворите в дистиллированной воде и доведите объем до 1 л.

9. Раствор трилона Б 0,02н готовьте растворением 3,75 г трилона Б в дистиллированной воде в колбе на 1 л. 0,01н раствор готовьте разбавление 0,02н раствора воды. Стандартизацию ведите по раствору ZnCl₂.

10. Буферный раствор аммиачный. Растворите 20 г х.ч. NH₄Cl в дистиллированной воде, добавьте 100 мл концентрированной NH₄OH, доведите до 1 л.

11. Буферный раствор ацетатный с pH 4,6 смешивают 102 мл 1М раствора уксусной кислоты (60 г 100%-ной кислоты в 1 л воды) и 98 мл 1М раствора ацетата натрия (136,1 кристаллической соли в 1 л воды) и доводят объем до 1 л прокипяченной дистиллированной водой.

12. Раствор дихромата калия 10%-ный. 10 г K₂Cr₂O₇ растворите в 100 мл дистиллированной воды.

13. Раствор хромата калия 10%-ный. 10 г K₂CrO₄ растворите в небольшом количестве воды, добавьте раствор нитрата серебра до появления слабого красно-бурого осадка, затем через 2 дня фильтруйте и разбавьте фильтрат до 1 л.

14. Раствор хлорида натрия 0,02н готовьте из х.ч. хлорида натрия, просушенного в течение нескольких часов в тигле при температуре 500-600 °С до прекращения потрескивания, что указывает на полное удаление влаги. Сухой хлорид натрия держите в эксикаторе. Навеску 1,1686 г хлорида натрия перенесите в мерную колбу на 1 л и доведите до метки дистиллированной водой.

15. Раствор нитрата серебра 0,02н

16. Раствор нитрата серебра 0,05н

17. Раствор сегнетовой соли. Растворите 50 г соли при нагревании в дистиллированной воде, доведите раствор до 100 мл, перемешайте, профильтруйте, добавьте 5 мл 10%-ного раствора NaOH и кипятите 30 мин (для удаления следов NH₃). Объем раствора вновь доведите до 100 мл.

18. Раствор перманганата калия 0,1н и 0,01н (KMnO₄).

19. Раствор щавелевой кислоты 0,01н. Растворите 0,6303 г C₂H₂O₄ 2H₂O в разбавленной (1:15) серной кислоте и доведите объем раствора разбавленной серной кислоты до 1 л.

20. Раствор гидроксида натрия 10%-ный. Растворите 10 г гидроксида натрия в 90 мл дистиллированной воды.

21. Раствор сульфата или хлорида марганца (II). Растворите 200 г MgSO₄•2H₂O (или 240 г MgSO₄•4H₂O или 182 г MgSO₄•H₂O или 212,5 г MnCl₂•4H₂O) в дистиллированной воде и доведите объем до ½ л. Профильтруйте через бумажный фильтр. Разбавленный раствор в кислой среде при добавлении KJ не должен выделять свободного йода.

22. Щелочной раствор KJ: а) растворите 75 г KJ в 50 мл дистиллированной воды. При подкислении разбавленный раствор не должен выделять йод; б) растворите 250 г NaOH или 350 г KOH в 250 мл прокипяченной дистиллированной воде (для удаления CO₂). Оба раствора смешайте и доведите объем до ½ л.

23. Йод, 0,02н раствор в насыщенном растворе хлорида натрия.

24. Раствор тиосульфата натрия 0,01н (Na₂S₂O₃ 5H₂O). Растворите 2,5 г тиосульфата натрия в свежeproкипяченной и охлажденной дистиллированной воде, добавьте 0,2 г карбоната натрия (Na₂S₂O₃) и доведите объем до 1 л. (Титр или поправку определите по 0,01н раствору дихромата калия – 0,4949 г, высушенный при 1800С K₂Cr₂O₇ растворите в 1 л дистиллированной воды).

25. Раствор крахмала 1%-ный. Смешайте 1 г растворимого крахмала с небольшим количеством дистиллированной воды и прилейте к 100 мл кипящей дистиллированной воды. Кипятите несколько минут, охладите и консервируйте раствор несколькими каплями хлороформа или 0,1 г салициловой кислоты.

26. Раствор хлорида бария 5%-ный. Растворите 5 г BaCl₂ в 95 мл дистиллированной воды.

27. Раствор ацетата кадмия 10%-ный. Растворите 10 г в дистиллированной воде и доведите объем до 100 мл.

28. Раствор тиосульфата натрия 10%-ный. Растворите 10,827 г тиосульфата натрия в дистиллированной воде и доведите объем до 100 мл.

29. Раствор нитрата серебра 0,02 н. Растворите 3,4 г нитрата серебра в дистиллированной воде и доведите объем до 1 л.
30. Раствор серной кислоты 0,1н. 2,66 мл серной кислоты развести водой до 1 л.
31. Раствор гидроксида натрия 0,1н. Растворите 4 г гидроксида натрия в дистиллированной воде и доведите объем до 1 л.
32. Раствор йодида калия 10%-ый. Растворите 10,761 г йодида калия в дистиллированной воде и доведите объем до 100 мл.
33. Раствор тиосульфата натрия 0,005н. Растворите 0,395 г тиосульфата натрия в дистиллированной воде и доведите объем до 1 л.
34. Раствор нитрата аммония 1%-ный. Растворите 1,002 г нитрата аммония в дистиллированной воде и доведите объем до 100 мл.
35. Раствор хлорида аммония 2н. Растворите 107 г хлорида аммония в дистиллированной воде и доведите объем до 1 л.
36. Сульфосалициловая кислота 20%-ая. Растворите 20 г кислоты в 80 г дистиллированной воды.
37. Раствор ацетата натрия 0,5%-ный. Растворите 0,5 г ацетата натрия в 99,5 г дистиллированной воды.

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ АКТОВ ОТБОРА ПРОБ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НАТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЭКОМОНИТОРИНГЕ

Составлено по материалам экологического центра:
ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЭКОАНАЛИТИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
РЦГЭЖиМ по Брянской области ФБУ ГосНИИЭМП

241050 г. Брянск, ул. Дуки, 59, телефон (4832)-66-35-06, факс (4832)-66-35-06

АКТ ОТБОРА ПРОБ

для анализа почв, грунтов, донных отложений, отходов

№ _____

“ ____ ” _____ 20__ г.

Мною, _____
(фамилия, имя, отчество, должность, место работы ответственного лица, отбирающего пробы)

в присутствии _____
(фамилия, имя, отчество, должность, место работы)

в соответствии с: ГОСТ 17.1.5.01-80 “Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа их загрязнённости”, ГОСТ 17.4.3.01-83 “Охрана природы. Почва. Общие требования к отбору проб”, ГОСТ 17.4.4.02-84 “Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа”, ГОСТ 28168-89 “Охрана природы. Почва. Отбор проб”, ПНД Ф 12.1:2:2:2:2.3.2-03 “МР. Отбор проб почв, грунтов, осадков биологических очистных сооружений, шламов промышленных сточных вод, донных отложений искусственно созданных водоемов, прудов-накопителей и гидротехнических сооружений”, ПНД Ф 12.4.2.1-99 “Отходы минерального происхождения. Рекомендации по отбору и подготовке проб. Общие положения”
произведен отбор почв, грунтов, донных отложений, отходов на

_____ (наименование предприятия, территории, объекта)

Место отбора проб

_____ (№ точки пробоотбора, наименование площадки, обозначение и т. д.)

С.Ш. _____

В.Д. _____

Наименование вида пробы _____

(тип почвы, грунта, донного отложения)

Способ отбора проб _____

(ручной, автоматический, инв. № пробоотборника, приспособления)

Гидрометеоусловия во время отбора проб:

t воздуха _____ °С, влажность _____ %, давление _____ мм.рт.ст., направление _____ и скорость ветра _____ м/с.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБЫ

Вид анализа	№ тары (характеристика)	Масса пробы, кг	Тип пробы (протая, смешанная)	Время отбора, час, мин.	Примечание

Ответственный за проведение измерений и отбор проб

Ответственный представитель предприятия

_____ (подпись)

_____ (подпись)

АКТ ОТБОРА ПРОБ для анализа природных вод

№ _____

“ ___ ” _____ 20__ г.

Мною, _____

(фамилия, имя, отчество, должность, место работы ответственного лица, отбирающего пробы)

в присутствии _____

(фамилия, имя, отчество, должность, место работы)

в соответствии с: ГОСТ 17.1.5.04-81 «Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия», ГОСТ 17.1.5.05-85. «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков», ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб»,

произведен отбор природных вод

(наименование предприятия, территории)

Место

отбора

проб

(выпуск предприятия, колодец, водоем, точка акватории и т. д.)

С.Ш. _____

В.Д. _____

Наименование вида вод _____

Способ отбора проб _____

(ручной, автоматический, инв. № пробоотборника, приспособления)

Гидрометеоусловия во время отбора проб:

t воздуха _____ °С, влажность _____ %, давление _____ мм.рт.ст. направление _____ и скорость ветра _____ м/с.

Глубина отбора пробы: _____

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБЫ

Вид анализа	№ тары (характеристика)	Объем пробы, л.	Тип пробы (протая, смешанная)	Время отбора, час, мин.	Сведения о консервации пробы	Примечание

**Ответственный за проведение
измерений и отбор проб**

**Представитель
предприятия**

АКТ ОТБОРА ПРОБ

для анализа сточных вод

№ _____ “ _____ ” _____ 20 ____ г.

Мною, _____
(фамилия, имя, отчество, должность, место работы ответственного лица, отбирающего пробы)

в присутствии _____
(фамилия, имя, отчество, должность, место работы)

в соответствии с: НВН 33-5.3.01-85 «Инструкции по отбору проб для анализа сточных вод»,
ПНД Ф 12.15.1-08 «МУ по отбору проб для анализа сточных вод»
произведен отбор сточных вод

_____ (наименование предприятия, территории)

Место отбора проб _____

с.ш. _____

в.д. _____

Наименование вида вод _____

Способ отбора проб _____
(ручной, автоматический, инв. № пробоотборника, приспособления)

Гидрометеоусловия во время отбора проб:

t воздуха _____ °С, влажность _____ %, давление _____ мм.рт.ст., направление _____
и скорость ветра _____ м/с.

Глубина отбора пробы: _____

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБЫ

Вид анализа	№ тары (характеристика)	Объем пробы, л.	Тип пробы (простая, смешанная)	Время отбора, час, мин.	Сведения о консервации пробы	Примечание

Ответственный за проведение измерений и отбор проб

Представитель предприятия

_____ (подпись)

_____ (подпись)

АКТ ОТБОРА ПРОБ для анализа атмосферного воздуха

№ _____ “ ___ ” _____ 20__ г.

Настоящий акт составлен в том, что “ ___ ” _____ 20__ г. сотрудниками ЦЭАЛ по Брянской области _____
(ФИО и должности лиц, отбирающих пробы)

в присутствии и при техническом содействии представителей предприятия (заинтересованной стороны)

(ФИО и должности, место работы)

в соответствии с: ГОСТ Р 51945-2002 “Аспираторы. Общие технические условия”, РД 52.04.186-89 “Руководство по контролю загрязнения атмосферы” и требованием методики измерений проведено определение гидрометеорологических и отобранны пробы атмосферного воздуха

для последующего направления на анализ в экоаналитическую лабораторию РЦГЭКиМ по Брянской области.

Место отбора проб

(в городской или в условной системе координат, или привязка к местности)

или привязка к ситуационной карте-схеме предприятия, или к генплану предприятия)

С.Ш.		В.Д.
------	--	------

Способ _____ отбора _____ проб

(указать шифр ПНД Ф или другого нормативного документа, согласно которому проведён отбор.

тип пробоотборного устройства, средства хранения и консервации проб, их №№, кол-во параллельно отобранных проб)

Гидрометеорологические условия во время отбора проб: t воздуха ___ °С, влажность ___ %, давление ___ мм.рт.ст., направление ___ и скорость ветра ___ м/с.

Вещество	ОИБМФ	Сера общая	Зарин	Зоман	Вещ-во типа V _x	Фториды	Фосфор общий	Взвешенные частицы
отобрано литров воздуха на 1 пробу. н.у.								

Вещество	ПДК (атм. воздух), мг/м ³	Фактическая концентрация, мг/м ³
CO	5,0	
SO ₂	0,5	
NO	0,4	
NO ₂	0,2	

Ответственный за проведение измерений и отбор проб

Представители предприятия (заинтересованной стороны)

(должность, подпись)

(должность, подпись)

АКТ ОТБОРА ПРОБ

для анализа состояния хвои растений семейства хвойных

№ _____ “ ___ ” _____ 20__ г.

Настоящий акт составлен в том, что “ ___ ” _____ 20__ г. сотрудниками ЦЭАЛ по Брянской области _____
(ФИО и должности лиц, отбирающих пробы)

в присутствии представителей предприятия (заинтересованной стороны) _____
(ФИО и должности, место работы)

в соответствии с требованиями к проведению биоиндикационных мероприятий отобраны пробы хвои _____

в числе 5 побегов длиной от 30 до 34 см

для последующего направления на анализ в лабораторию биоиндикации и биотестирования РЦГЭКиМ по Брянской области.

Место отбора проб _____

(в городской или в условной системе координат, или привязка к местности)

или привязка к ситуационной карте-схеме предприятия, или к генплану предприятия)

С.Ш.		В.Д.	
------	--	------	--

Пробы отбирались с нижних ветвей в лесном сообществе.

Гидрометеоусловия во время отбора проб: t воздуха ___°С, влажность __%, давление ___ мм.рт.ст., направление ___ и скорость ветра ___ м/с.

Вид растения семейства хвойные	Число хвоинок на 10 см побега	Число хвоинок, отобранных для анализа	Средняя длина хвои (мм), $M \pm m$	Число некротических листьев (%)	Основные типы некрозов

Ответственный за отбор проб

Представители предприятия (заинтересованной стороны)

(должность, подпись)

(должность, подпись)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРАКТИКУМА (УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ)

1. На чем основан выбор метода анализа при получении экоаналитической информации?
2. Какие характеристики используют для оценки эффективности метода анализа?
3. Чем различаются целевой и обзорный анализ?
4. Какие стадии экоаналитического контроля регламентируются?
5. Назовите способы отбора проб воздуха, поверхностных вод, почв.
6. Какие факторы могут повлиять на состав водных, почвенных и воздушных проб?
7. От каких факторов зависят расположение и размеры пробных площадок при отборе почвы?
8. Перечислите методы подготовки проб, применяемые при анализе объектов окружающей среды.
9. Какие группы аналитических методов преимущественно используются при экологическом контроле состояния природных объектов?
10. Назовите средства обеспечения качества результатов химического анализа.
11. Какие виды контроля обеспечивают качество результатов анализа?
12. Как организован мониторинг помещений – общественных и жилых?
13. Каковы методические основы организации мониторинга поверхностных вод, атмосферы, почв?
14. Каковы критерии санитарно-гигиенической оценки состояния воздуха, поверхностных вод, почв?
15. Как в натуральных условиях производится отбор проб атмосферного воздуха (поверхностных вод, почвы) для анализа?
16. Анализ основных нормативных документов по мониторингу сред обитания, природно-техногенных комплексов и помещений (общественных и жилых).
17. По каким направлениям организуют мониторинг природно-антропогенного комплекса?
18. Как строится программа контроля за источниками загрязнения сред обитания в экомониторинге?
19. Каков перечень компонентов, контролируемых в мониторинге сред обитания, природно-техногенного комплекса и помещений – общественных и жилых?
20. Перечень параметров, которые используются при организации базы данных в управлении качеством атмосферного воздуха, поверхностных вод, почв, природно-техногенного комплекса и помещений – общественных и жилых?

21. Каковы факторы, влияющие на качество питьевой воды, почв, атмосферного воздуха?

22. Перечислите средства и методы управления в сфере обеспечения безопасности окружающей среды.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЗАЧЕТУ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ ПО ЭКОМОНИТОРИНГУ

1. Оформленная тетрадь (рабочий дневник) с отчетом о выполнении работ на экскурсиях и в камеральных условиях с обязательным описанием методик.
2. Выполненная групповая работа по темам с презентацией материала и оформлением работы в Блоге электронной системы обучения БГУ.
3. Оформленная индивидуальная работа по разделам и теме экомониторинга.
4. Знанием теоретического материала учебной практики по экомониторингу.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев Ю.А., Фомин С.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учеб. пособие. М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. Ч. 1. 208 с.
2. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: учеб. пособие для студ. вузов / Я.П. Молчанов, Е.А. Заика, Э.И. Бабкина, В.А. Сурнин; под ред. Т.В. Гусевой. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. 192 с.
3. Голицын А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды. М.: Оникс, 2007. 336 с.
4. Другов Ю.С., Родин А.А. Мониторинг органических загрязнений природной среды. 500 методик: практ. руководство. 2-е изд., перераб. и доп. М.: БИНОМ: Лаборатория знаний, 2009. 893 с.
5. Мейсунова А.Ф. Мониторинг окружающей среды: учеб. пособие. Ч. 3: Методы оценки состояния атмосферы. Тверь: Тверской государственный университет, 2009. 75 с.
6. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология. М.: Дрофа, 2003. 621 с.
7. Практикум по агрохимическому анализу почв / под ред. К.Г. Крейера. 3-е изд., перераб. и доп. СПб.: Изд-во СПб ун-та, 2005. 88 с.
8. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. М.: ВЛАДОС, 2001. 285 с.
9. Тимофеева С.С., Шешуков Ю.В. Экология: практикум. Иркутск: Иркутский ГТУ, 1997. 68 с.

Список правовых и нормативных документов

1. Водный кодекс РФ: федер. закон от 03 июня 2006 г. № 74–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>
2. Воздушный кодекс РФ: федер. закон от 19 марта 1997 г. № 60–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>
3. Градостроительный кодекс РФ: федер. закон от 7 мая 1998 г. № 19–ФЗ РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>
4. Земельное законодательство: сб. нормативных актов / сост. М.А. Рябов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Велби: Проспект, 2006. 472 с.
5. Земельный кодекс РФ: федер. закон от 25 окт. 2001 г. № 137–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>
6. Кодекс об административных правонарушениях (КоАП РФ): федер. закон от 30 дек. 2001 г. № 195–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>
7. Лесной кодекс РФ: федер. закон от 4 окт. 2006 г. № 200–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>
8. Об исключительной экономической зоне РФ: федер. закон от 17 дек. 1998 г. № 191–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

9. Об обороте земель сельскохозяйственного назначения: федер. закон от 24 июля 2002 г. № 30–СЗ РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

10. Об особо охраняемых природных территориях: федер. закон от 15 февр. 1995 г. (14.03.1995) № 33–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

11. Об отходах производства и потребления: федер. закон от 24 июня 1998 г. № 26–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

12. Об охране атмосферного воздуха: федер. закон от 4 мая 1999 г. № 96–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

13. Об охране окружающей среды: федер. закон от 10.01.2002 № 7–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

14. Об экологической экспертизе: федер. закон от 10 июля 1995 г. (23.11.1995) № 174–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

15. О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне РФ: фед. закон от 16 июля 1998 г. № 155–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

16. О государственном земельном кадастре: федер. закон от 02 февр. 2000 г. № 2 –СЗ РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

17. О землеустройстве: федер. закон от 24 мая 2001 г. (18.06.2001) № 78–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

18. О животном мире: федер. закон от 22 марта 1995 г. (4.04.1995) № 52–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

19. О континентальном шельфе РФ: федер. закон от 30 ноября 1995 г. № 87–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

20. О мелиорации земель: федер. закон от 8 дек. 1995 г. (10.01.1996) № 4–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

21. О недрах: федер. закон от 21 февр. 1992 г. № 2395-1–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

22. О радиационной безопасности населения: федер. закон от 9 янв. 1996 г. № 3–ФЗ (с изменениями от 22 августа 2004 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

23. О разграничении государственной собственности на землю: федер. закон от 4 июля 2001 г. (17.07.2001) № 101–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

24. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: федер. закон от 30 марта 1999 г. № 52–ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

25. О радиационной безопасности населения: постатейный комментарий к Федеральному закону от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ. М.: Изд. центр «Ай Пи Эр Медиа», 2009. 312 с.

Список ежегодных Обзоров загрязнения природных сред, издаваемых НИУ Росгидромета

1. Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям

Гидрохимический институт (ГХИ) 344104, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 198
Факс: +7 (863) 222-44-70, E-mail: ghi@aanet.ru

2. Ежегодник состояния экосистем поверхностных вод Российской Федерации по гидробиологическим показателям

Институт глобального климата и экологии (ИГКЭ) 107258, Москва, Глебовская ул, 20-б, Факс: +7 (499) 160-08-31, E-mail: semenov@igce.ru

3. Ежегодник «Мониторинг пестицидов в объектах природной среды Российской Федерации»

ГУ НПО «Тайфун», 249038, Калужская обл., г. Обнинск, ул. Победы, 4, Факс: +7 (48439) 40-910, E-mail: post@typhoon.obninsk.ru

4. Ежегодник «Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения»

ГУ НПО «Тайфун», 249038, Калужская обл., г. Обнинск, ул. Победы, 4, Факс: +7 (48439) 40-910, E-mail: post@typhoon.obninsk.ru

5. Обзор фоновое состояние окружающей природной среды на территории стран СНГ

Институт глобального климата и экологии (ИГКЭ) 107258, Москва, Глебовская ул, 20-б, Факс: +7 (499) 160-08-31, E-mail: semenov@igce.ru

6. Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям

Государственный океанографический институт (ГОИН), 119838, Москва, Кропоткинский пер., 6, Факс: +7 (495) 246-72-88, E-mail: adm@soi.msk.ru

7. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории Российской Федерации

Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова (ГГО), 194021, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, 7, Факс: +7 (812) 247-86-61, E-mail: director@main.mgo.rssi.ru

8 Ежегодник «Радиационная обстановка по территории России и сопредельных государств»

ГУ НПО «Тайфун», 249038, Калужская обл., г. Обнинск, ул. Победы, 4, Факс: +7 (48439) 40-910, E-mail: post@typhoon.obninsk.ru, vkim@typhoon.obninsk.ru

9. Сезонные бюллетени загрязнения природной среды в Центральном федеральном округе

ГУ Московский ЦГМС–Р, 113035 г. Москва, ул. Садовническая, д.9, стр. 1, офис № 35, Факс: +7 (495) 234-70-24, E-mail: aup@moscgms.ru

10. Обзор состояние и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации

Институт глобального климата и экологии (ИГКЭ). 107258, Москва, Глебовская ул. 20-б. Факс: +7 (499) 160-08-31, E-mail: semenov@igce.ru

Учебное издание

Шаповалов Виктор Федорович

**УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ
И АГРОХИМИЧЕСКОМУ МОНИТОРИНГУ
СОСТОЯНИЯ СРЕД ОБИТАНИЯ**

Учебное пособие для аудиторных занятий и самостоятельной работы

по направлению подготовки
35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение

Профиль Агроэкология

Квалификация бакалавр

Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати 28.05. 2021 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Бумага печатная. Усл. п. л. 6,85. Тираж 100 экз. Изд. № 6952.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ