

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»**

Кафедра химии

**Практическое пособие
по спецкурсу «Большой практикум»**

**ПРОБООТБОР В ХИМИКО-
ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ**

Гомель 2004

УДК 574:542 (075.8)

ББК

Составители: Т.В. Макаренко

Е.В. Воробьева кандидат химических наук

Рецензенты: Ю.А.Пролесковский, доцент, кандидат химических наук,

кафедра химии учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

В практическом пособии рассмотрены основные теоретические положения по отбору, хранению и консервации проб воды, почв и растительного материала. Знание студентами основ проботбора позволяет грамотно проводить научно-исследовательскую работу, избежать неверных выводов по результатам анализа природных объектов.

Пособие рекомендовано для студентов биологического факультета специальности Н 04.01.00. - «Биология».

© Макаренко Т.В., Воробьева Е.В., 2004
© Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины, 2004

Учебное издание

ПРОБООТБОР В ХИМИКО – ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

Практическое пособие

**МАКАРЕНКО Татьяна Викторовна
ВОРОБЬЕВА Елена Валерьевна**

Подписано в печать 11.02.04. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Усл. п. л. 2,9. Уч.-изд. л. 2,5
Тираж 50 экз. Заказ №

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»
ЛВ №02330/01333208 от 30.04.04
246019, г. Гомель, ул. Советская, 104

Отпечатано с оригинала - макета на ризографе в Гомельском государственном университете имени Франциска Скорины
ЛП №02330/0056611 от 16.02.04
246019, г. Гомель, ул. Советская, 104

- хозяйственно-питьевого водоснабжения»
14. Унифицированные методы анализа вод / Под общ. Ред. Лурье Ю.Ю. 2-е изд. М.: Химия, 1973, 376 с.
 15. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч.1 Методы химического анализа вод. 3-е изд. М.:СЭВ, 1977, 831 с.
 16. Лейте В. Определение органических загрязнений питьевых, природных и сточных вод. М.: Химия, 1975. 200с.
 17. ГОСТ 17.4.3.01 – 83 (СТ СЭВ 3847 - 82). Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.
 18. ГОСТ 17.4.4.02 – 84. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
 19. ГОСТ 28168 – 89.Почвы. Отбор почв.
 20. Методические указания по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Гидрометеоиздат, 1981. – С. 45 – 73.
 21. Методические указания по агрохимическому обследованию почв с.-х. угодий / ЦИНАО. – М. – 1982. – 157 с.
 22. ГОСТ 27662 – 87. Корма растительного происхождения. Методы отбора проб.
 23. ГОСТ 13.586.3 – 83. Зерно. Правила приемки и методы отбора проб.
 24. Инструктивное письмо “О выполнении работ по определению загрязнения почв” № 02 10/51- 2333 от 10.12.1990 г. – М.: Госкомприрода СССР. – 11 с.
 25. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. школа, 1980. – 293с.
 26. Рокицкий С.Ф. Биологическая статистика.– Мн: Выш. шк.– 1967.– 328 с.

Содержание:

I Геохимические наблюдения.....	4
II Отбор проб воды.....	8
III Отбор проб почв.....	22
IV Отбор проб растительного материала.....	35
V Биогеохимический мониторинг	41
VI Отбор проб воздуха	46
VII Математическая обработка результатов исследований.....	48
Вопросы для самоконтроля.....	54
Рекомендуемая литература.....	57

I ГЕОХИМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

1.1 Цели и методы геохимических наблюдений

1.2 Организация сети наблюдений

1.2 Цели и методы геохимических наблюдений

Геохимические наблюдения на стационарах комплексного фонового экологического мониторинга проводятся в целях:

- определения содержания химических элементов, их соединений и ассоциаций, установления форм нахождения в природных экосистемах и их компонентах;
- установления региональных фоновых значений (стандартов) содержания загрязняющих веществ в природных объектах, что позволит оценивать уровни загрязнения компонентов природной среды при любых техногенных нагрузках;
- сбора информации для разработки экологических прогнозов [1].

Объектами геохимических наблюдений являются компоненты наземных и водных экосистем:

- атмосферный воздух и осадки;
- почвы;
- поверхностные и грунтовые воды;
- донные осадки;
- растительность;
- животный мир.

Геохимические методы мониторинга – это систематическое определение концентраций одного или более химических элементов и их соединений в компонентах природной среды [1-3].

Геохимическое состояние объектов природной среды может быть охарактеризовано с помощью следующих показателей:

фоновое содержание (геохимический фон) - средняя величина содержания химических веществ и элементов в природных объектах, определенная из представительных выборок проб, отобранных в пределах однородного в ландшафтно-геохимическом отношении участка, с минимальной вероятностью влияния источников загрязнения;

кларк - среднее содержание химического элемента в какой-либо геохимической системе; **местный кларк** - среднее

ЛИТЕРАТУРА:

1. Савченко В.В., Натаров В.М. Рекомендации по организации и ведению геохимических наблюдений на стационарах комплексного экологического мониторинга фонового ранга / Под редакцией Лучкова А.И. Минск 1999 г, 130с.
2. Никаноров А.М., Жулидов А.В., Покаржевский А.Д. Биомониторинг тяжёлых металлов в пресноводных экосистемах.- М.: Гидрохимический институт, 1985.- С. 139.
3. Никоноров А.М., Жулидов А.В. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 286 с.
4. Беспамятков Т.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. — Л.: Наука, 1985.- 528 с.
5. Брера-Левенсон Т.Л. Очистка и использование природных и сточных вод. - М.: Наука, 1973. – 250 с.
6. Метелев В.В., Канаев А.И., Дзасохова Н.Г. Водная токсикология. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 248с.
7. Физико-химические методы анализа. Практическое руководство: Учебное пособие для вузов / Под редакцией В.Б. Алесковского. – Л.: Химия, 1998. – 376с.
8. Евтушенко Н.Ю. Проблемы комплексной оценки качества природных вод. - М.: Наука, 1989. – 144 с.
9. Котова Л.И., Рьжикова Л.П. Биологический контроль качества вод. -М.: Наука, 1989.- 240 с.
10. Руководство по методам химического анализа морских вод / Под ред. С.Г.Орадовского. Л.: Гидрометеиздат, 1977.– 208 с.
11. Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М.: Недра, 1984. 262с.
12. Строганов Н.С., Бузинова Н.С. Практическое руководство по гидрохимии. 2-е изд.М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1980,–196с.
13. ГОСТ 17.1.3.03-77 «Охрана природы. Гидросфера. Правила выбора и оценка качества источников централизованного

46. Какова периодичность отбора проб поверхностных, подземных и сточных вод?
47. Каковы особенности отбора проб поверхностных, подземных и сточных вод?
48. Какие приспособления используют для отбора проб поверхностных, подземных и сточных вод?
49. Какие требования предъявляют к отбору проб поверхностных, подземных и сточных вод?
50. Какие приспособления используют для отбора проб поверхностных, подземных и сточных вод?
51. Каковы особенности организации станций наблюдения на реках, озерах, старицах, прудах при отборе проб поверхностных вод?
52. Какие требования предъявляют к хранению проб поверхностных, подземных и сточных вод?
53. Охарактеризовать водные ресурсы Республики Беларусь.
54. Что понимают под биогеохимическим мониторингом?
55. Какие требования предъявляют к технологии наблюдений при биогеохимическом мониторинге?
56. Какова цель фитогеохимического мониторинга?
57. Какие объекты включает фитогеохимический мониторинг?
58. Какие приспособления используют для отбора проб растительных образцов?
59. Как ведется подготовка растительных проб к анализу?
60. Какие методы озоления растительных образцов используют?
61. Каковы особенности отбора проб водных растений?
62. Что понимают под зоогеохимическим мониторингом?
63. Какова цель геохимического мониторинга водных животных?
64. Какие требования предъявляют при выборе объектов мониторинга?
65. Какие способы консервации проб биоты используют?
66. Каковы особенности хранения проб животного материала?

содержание химического элемента в данном объекте;

предельно допустимая концентрация – максимальная концентрация поллютанта в объекте за определенный период осреднения наблюдений (сутки, месяц, год), не оказывающая при принятой по результатам экспериментальных наблюдений вероятности проявления какого-либо воздействия на организм [1, 4].

Мониторинг природных объектов с применением геохимических методов проводится в единстве (территориальном и методологическом) с другими видами контроля (климатическим, биологическим, геофизическим, лесным и др.) и фенологическими наблюдениями.

1.2 Организация сети наблюдений

Основу сети наблюдений составляют *стационары*, в границах которых выделяются *полигон (ключевой участок) – станция (площадка) - природный объект - образец (проба)* [1].

Стационар комплексного экологического мониторинга фонованого ранга - достаточно обширная с регламентированными (административно установленными) границами и с природоохранным статусом территория, удаленная от региональных и локальных источников эмиссии на расстоянии не менее 50 км и с хорошо сохранившимися и полно представленными для данной физико-географической зоны природными комплексами.

Полигон (ключевой участок) наземных экосистем представляет собой ряд территориально и генетически связанных станций наблюдения, объединенных потоком вещества и энергии и охватывающих сочлененные ландшафты от водораздельных элювиальных до супераквальных. Ключевой участок включает (характеризует) наиболее типичные для данной физико-географической зоны (области) почвенные и растительные комбинации профиллю.

Полигон (ключевой участок) водных экосистем - это типичный представительный отрезок реки (не менее ее полной меандры), озеро или старица, выбранные для проведения специальных программ наблюдений (гидрологических, геоморфологических, геохимических, гидробиологических и др.) с целью получения детальной информации о состоянии реки.

Обязательным условием выбора и размещения ключевого участка является высокая репрезентативность, т.е. возможность последующего распространения индивидуальных данных (установленных зависимостей) для гидрографической сети стационара в целом, минимальная антропогенная нарушенность и транспортная доступность во все сезоны.

Основной территориально-функциональной единицей сети мониторинга является *станция наблюдений*. По видам контролируемых природных объектов выделяются станции слежения за состоянием атмосферы, станции мониторинга наземных экосистем, станции мониторинга поверхностных вод.

Станция наблюдений (постоянная пробная площадка - ППП) наземных экосистем - это участок, сложенный однородными породами находящийся на одном элементе рельефа, в равных условиях залегания грунтовых вод, характеризующийся одинаковым характером растительных ассоциаций и однородностью почвенного покрова. Как правило, это участок 50x50 м с выделением зоны контроля, где наблюдения носят нетрансформирующий пассивный характер, и зоны изучения, где допускаются ограниченные активные методы изучения: закладка шурфов, устройство наблюдательных скважин, отбор биопроб и др

Станция наблюдений для водных объектов (створ пункта контроля) - условное поперечное сечение водотока или водоема, в которых производят комплекс работ для получения данных о показателях качества водного объекта.

Природный объект (компонент) - материальные тела, участвующие в формировании ландшафтов и включающие горные породы, воздух, поверхностные и подземные воды, почву, растительность, животный мир.

Природные объекты, выбранные для геохимических наблюдений, должны быть типичными для региона (геохимической провинции).

Образец (проба) - специально выделенная часть природного компонента, отражающая основные его вещественные свойства и отобранная из контролируемой совокупности для последующего изучения. Количество образцов (проб) должно быть достаточным для статистической обработки. При определении геохимического фона объем выборки следует принять не менее 10-15 проб.

Размещение сети наблюдений осуществляется предварительно в камеральных условиях по материалам различного рода съемок (топографической, геологической,

концентрация».

24. Какие звенья входят в сеть наблюдения за состоянием окружающей среды?
25. Что понимают под «стационаром наблюдения»?
26. Чем отличаются полигоны наземных экосистем от полигонов водных экосистем?
27. Как организовать станцию наблюдения для наземных экосистем?
28. Как организовать станцию наблюдения для водных экосистем?
29. Дать определение понятию «образец (проба)»?
30. Какие требования существуют для организации и размещения станций отбора проб атмосферного воздуха?
31. Какова периодичность отбора проб атмосферного воздуха?
32. Какие приспособления используют для отбора проб атмосферного воздуха?
33. Какова периодичность отбора проб атмосферных осадков, снежного покрова?
34. Какова периодичность отбора проб атмосферного воздуха?
35. Какие требования предъявляют при подготовке проб атмосферных осадков и снежного покрова?
36. Какие требования предъявляют при подготовке проб атмосферного воздуха?
37. Что понимают под почвенным геохимическим мониторингом?
38. С какой целью проводят почвенный геохимический мониторинг?
39. Перечислите основные почвенные горизонты и дайте их характеристику.
40. Какова периодичность отбора проб почвенных образцов?
41. Какие приспособления используют для отбора проб почв?
42. Как организовать станцию отбора проб почв?
43. Как проводят подготовку почвенных образцов к анализу?
44. Какие методы озоления почвенных образцов используют?
45. Какие коэффициенты и показатели применяют при характеристике экологического состояния территории и экосистем?

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что обеспечивает получение достоверных результатов анализа?
2. Как методически грамотно провести выбор места и точек отбора проб воды?
3. Как методически грамотно провести выбор места и точек отбора проб почв в различных биотопах?
4. Чем обусловлен выбор объектов исследований в различных биотопах?
5. Какие виды отбора проб Вы знаете?
6. Какие способы отбора проб Вы знаете?
7. Какие сопроводительные документы прилагаются к пробе?
8. Как ведут подбор емкостей для отбора проб воды, почвы, биоты?
9. Как проводят подготовку емкостей перед отбором проб?
10. С какой периодичностью ведут отбор проб воды?
11. С какой периодичностью ведут отбор проб почвы?
12. С какой периодичностью ведут отбор проб биоты?
13. Укажите особенности отбора проб подземных вод?
14. Укажите особенности отбора проб сточных вод предприятий?
15. В чем заключаются особенности модельных экспериментов? С какой целью их проводят?
16. Какие параметры фиксируются на месте отбора проб?
17. С какой целью проводят геохимические наблюдения фонового экологического мониторинга?
18. Что можно использовать в качестве объектов геохимических наблюдений?
19. Что понимают под геохимическим состоянием объектов природной среды?
20. Какие показатели характеризуют состояние объектов природной среды?
21. Что понимают под фоновым содержанием химических веществ в природных объектах?
22. Дать определение понятию «кларк».
23. Дать определение понятию «пределно – допустимая

почвенной, ландшафтной, геоботанической, литогеохимической, гидрохимической и др.), после чего в натуральных условиях производится полевой выбор, оценка типичности и обоснованности выбора объектов наблюдений.

Структура сети наблюдений для каждого стационара индивидуальна и призвана обеспечить наиболее полное представление о природных комплексах стационара и характере происходящих там геохимических процессов. Рациональным вариантом является приме двух основных подходов (критериев) к размещению станций:

по регулярной сети 16x16 км в соответствии с международными рекомендациями;

по нерегулярной сети на базе существующих и вновь организуемых научных полигонов, профилей и постоянных или временных станций.

Пространственно-временная схема геохимических наблюдений имеет две группы циклов наблюдений:

короткопериодные (до 1 года), проводимые на полигонах (ключевых участках) и станциях наблюдений пограниченному списку определяемых химических показателей;

долгопериодные (раз в 5-7 лет) с повышенной детальностью контроля природных объектов (компонентов) по расширенному списку определяемых химических показателей, а также результаты геохимических съемок территорий стационаров.

Практическая часть

1. Предложите организацию сети наблюдений на предложенной территории (в камеральных условиях). Обоснуйте выбор полигона, станции, природного объекта, образца.
2. Выбрать контролируемые элементы в предложенной местности. Выбор обоснуйте.
3. Представить мониторинговую информацию по результатам проведенных на лабораторных занятиях исследованиях.

II ОТБОР ПРОБ ВОДЫ

- 2.1 Общие правила отбора
- 2.2 Виды отбора
- 2.3 Виды проб
- 2.4 Приборы и приспособления для отбора проб
- 2.5 Рекомендации по отбору проб воды
- 2.6 Хранение и консервация проб
- 2.7 Периодичность отбора проб
- 2.8 Наблюдения за качеством подземных вод
- 2.9 Водные ресурсы Республики Беларусь

Отбор проб воды является важным этапом гидрохимических исследований. Правильная оценка качества воды в водоеме или водотоке в большой степени зависит от условий отбора, консервирования и хранения проб. Ошибки, связанные с неправильным отбором проб, исправить практически невозможно [5-7].

2.1 Общие правила отбора

Основной целью аналитического контроля природных и сточных вод является получение данных, которые действительно характеризовали бы изучаемый объект, условия и место взятия пробы. Поэтому отбираемые для анализа пробы должны быть, прежде всего, типичными и наиболее представительными для исследуемой системы. Концентрации компонентов во многих водных системах подвержены сезонным изменениям (например, в реках, озерах, водохранилищах), могут значительно различаться на разных глубинах, а также на разных участках водного объекта в зависимости от окружающего ландшафта или в зависимости от расположения источников промышленного или сельскохозяйственного загрязнения. При прочих равных условиях концентрации некоторых компонентов на открытых участках и в зарослях макрофитов различаются весьма существенно. Следует помнить, что если в озерах наблюдается движение воды, то концентрации компонентов стоячих и подвижных вод будут различны; притоки рек и дренажи не всегда полностью смешиваются с основным потоком и часто на большом протяжении «соседствуют»

$$a = \bar{y} - b_{\frac{y}{x}} \bar{x}$$

$$\bar{x} = a + b_{\frac{x}{y}} \bar{y}$$

$$a = \bar{x} + b_{\frac{x}{y}} \bar{y}$$

- Значения $b_{x/y}$, $b_{y/x}$ и a можно определить, решив систему уравнений:

$$\begin{cases} na + (\sum x_i)b = \sum y_i; \\ (\sum x_i)a + (\sum x_i^2)b = \sum x_i y_i \end{cases}$$

Если \bar{x} приравнять к нулю, то \bar{y} будет первоначальным значением y , с которого надо начинать построение линии регрессии при $x = 0$. Его обозначают через a .

Здесь y и x представляют собой коррелирующие в своей вариации величины, a – первоначальное значение y при $x = 0$, b – коэффициент пропорциональности, который показывает степень зависимости x от y , либо y от x .

Практическая часть

1. Проведите математическую обработку результатов химического анализа, проводимого на лабораторных занятиях. Для получения достоверных результатов каждую пробу исследуйте в 3-5 кратной повторности.
2. На основании полученных экспериментальных данных проведите корреляционный анализ по накоплению токсикантов в растительном материале и почве (Пробы почв и растений должны быть отобраны с одного участка.).

$$b_{x/y} = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n}}{C_x};$$

$$b_{y/x} = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n}}{C_y}$$

2. Прямой способ через центральное отклонение:

$$b_{x/y} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2};$$

$$b_{y/x} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (y_i - \bar{y})^2}$$

При изменении x на 1 единицу изменения y будет увеличиваться при положительной корреляционной связи, и уменьшаться при отрицательной, на значение $b_{y/x}$. Или же при изменении y на 1 единицу изменения x будет увеличиваться (уменьшаться) на значение $b_{x/y}$.

➤ Запись общего и частных уравнений регрессии:

Общие уравнения –

$$y = \bar{y} + b_{y/x} (x_i - \bar{x});$$

$$x = \bar{x} + b_{x/y} (y_i - \bar{y})$$

Частные уравнения –

$$y = a + b_{y/x} \cdot x$$

$$\bar{y} = a + b_{y/x} \bar{x}$$

друг с другом [7].

При отборе проб из природных водоемов и водотоков необходимо тщательное обследование местности, учет всех особенностей водотока, водоема и окружающего ландшафта [8].

Сотруднику, отбирающему пробы, должны быть известны цель анализа, а также места и время отбора проб [8]. На бланке паспорта на пробу воды должны быть указаны:

- номер пробы;
- число сосудов, в которые отобрана данная проба;
- название водопункта (скважина, родник, колодец, водоем) его номер, адрес;
- глубина взятия пробы (в метрах);
- условия и методика отбора пробы (с помощью каких приспособлений отобрана проба, пробоотборник, ведро, бутылка и т.д.);
- температура воды в $^{\circ}\text{C}$;
- дата отбора;
- принятые меры по сохранению солевого и газового состава (способ консервирования);
- фамилия отбирающего пробу.

При исследовании водоемов отмечают время года, метеорологические условия в момент взятия пробы и в предыдущий период, водный режим, места выпуска сточных вод или впадения притоков с водой другого состава, удаленность берега от места отбора, глубину водоема в месте отбора.

Перед взятием пробы бутылка и пробки следует тщательно вымыть, а затем не менее трех раз ополоснуть водой, отбираемой для исследования. Пробы воды отбирают в полиэтиленовую или стеклянную посуду. Разрешается применять стеклянные, полиэтиленовые, резиновые или корковые пробки в зависимости от вида анализа. Категорически запрещается пользоваться деревянными, бумажными, кукурузными и другими нестандартными пробками. За исключением отдельных случаев, в бутылки рекомендуется оставлять небольшое воздушное пространство.

2.2 Виды отбора

Отбор проб, в зависимости от целей анализа, может быть *разовым* (нерегулярным) или *серийным*, т. е. регулярным. Первый применяют крайне редко, поскольку результаты такого анализа пригодны только для ориентировочных, самых общих представлений о качестве воды. Его применяют также в тех случаях, когда измеряемые параметры не подвергаются большим изменениям во времени или (и) по глубине и акватории, например, при исследовании глубинных грунтовых вод с постоянным качеством воды. Разовый отбор используют также в случае хорошо изученных ранее водоемов с установленными закономерностями изменения определяемых компонентов для периодического контроля за возможными отклонениями состава воды.

Надежная, достоверная информация о состоянии водоема и качестве его воды может быть получена только при серийном (регулярном) отборе проб, когда каждая проба берется в определенной связи с остальными, с учетом места, времени или обоих факторов. Серийный отбор проб по сравнению с разовым позволяет более правильно отразить условия в местах обследования водных объектов. При этом большое значение имеет периодичность исследований и число отобранных проб. Наиболее распространенными типами серийного отбора проб являются:

1. *зональный отбор*, при котором пробу отбирают в различных местах по течению водотоков, с различных глубин по намеченному створу озера, водохранилища и т. д.;

2. *отбор проб через определенные промежутки времени*, позволяющий следить за изменением качества воды во времени (сезоны, сутки, часы) или в зависимости от ее расхода.

Существуют и другие, менее распространенные типы, серийного отбора, как, например, «*согласованные пробы*», которые отбирают в различных местах по течению реки или сточных вод с учетом времени прохождения воды от одного пункта до другого [9].

1.3 Виды проб

Различают пробы *простые* и *смешанные* (усредненные). *Простые пробы*, полученные путем однократного отбора, характеризуют состав воды в момент отбора в одном месте.

корреляционной решетки):

$$r = \frac{\sum fax_i \cdot ay_i - \frac{\sum ax_i \cdot \sum ay_i}{n}}{\sqrt{C_x \cdot C_y}}$$
$$C_x = \sum fax_i^2 - \frac{(\sum fax_i)^2}{n};$$
$$C_y = \sum fay_i^2 - \frac{(\sum fay_i)^2}{n}$$

2. Прямой способ через значения вариант:

$$r = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \cdot \sum y_i}{n}}{\sqrt{C_x \cdot C_y}}$$
$$C_x = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n};$$
$$C_y = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n}$$

➤ Определение коэффициента регрессии

1. Прямой способ через значения вариант:

$$b_x^y = r \sqrt{\frac{C_y}{C_x}};$$
$$b_x^y = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n}}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}$$

$$V = \frac{S \times 100\%}{\bar{x}},$$

где V- коэффициент вариации;
 \underline{S} – стандартное отклонение;
 \bar{x} - среднее значение ряда вариант.

7.2 Корреляционный анализ

Известно, что различные зависимости широко распространены как в органической, так и в неорганической природе. Их изучение привело к разработке большого количества методов их математической характеристики. Первым из них являлся корреляционный метод.

Коэффициент корреляции указывает лишь на степень связи в вариации двух переменных величин или на меру тесноты этой связи. Метод же регрессии даёт возможность судить о том, как количественно меняется одна величина по мере изменения другой. С помощью регрессии ставится задача установить, как количественно меняется одна величина при изменении другой на единицу. Так как изменчивых величин две, то регрессия, очевидно, может быть двусторонней: определение изменения y по изменению x и определение изменения x по изменению y. В этом заключается главное отличие метода регрессии от метода корреляции.

Регрессия может быть выражена несколькими способами: путём построения эмпирических линий регрессии; путём составления уравнений регрессии и построения теоретических линий регрессии и с помощью вычисления коэффициента регрессии.

Рассмотрим подробнее последние два способа, как наиболее удобные и часто применяемые.

Линейный регрессионный анализ проводится в несколько этапов:

➤ Определение коэффициента корреляции (r) и оценка его достоверности.

1. Способ условной средней (с составлением

Смешанные пробы, получают путем объединения нескольких простых проб. В зависимости от принципа их объединения смешанные пробы характеризуют либо средний состав воды исследуемого объекта в определенный момент, либо средний состав воды за определенный период времени (час, сутки и т. д.) в одном месте, либо средний состав водного объекта с учетом и места, и времени. При равноценности характеристик всех точек исследуемого объекта или при постоянном расходе воды в пункте отбора проб, среднюю пробу получают смешением равных частей простых проб, отобранных через равные промежутки времени. В других случаях готовят среднюю пропорциональную пробу с таким расчетом, чтобы объем или число простых проб соответствовали местным колебаниям состава воды или изменениям ее расхода. При этом, чем меньше интервалы между составляющими смешанной пробы, тем она точнее. Применение усредненных проб не рекомендуется для определения легко изменяющихся и вступающих во взаимодействие компонентов.

2.4 Приборы и приспособления для отбора проб

Для отбора проб воды из озер, водохранилищ, прудов и рек используют специальные пробоотборные устройства – *батометры* различных конструкций. Основной частью батометра является открытый с обеих сторон цилиндрический сосуд: вместимостью 1-3 л. Он снабжен откидными, закрывающимися сверху и снизу, крышками, управляемыми пружинным механизмом. Крышки зафиксированы с помощью пружин в открытом положении. После погружения в воду на заданную глубину при помощи спускового устройства (посыльного груза или сильного встряхивания за трос) крышки закрываются, и сосуд с пробой поднимают на поверхность.

К батометрам предъявляются следующие требования:

- проходящая сквозь батометр вода не должна в нем задерживаться;
- батометр должен закрываться плотно, чтобы находящаяся в нем проба не смешивалась с водой из других слоев;
- материал пробоотборника должен быть химически инертным и исключать возможность загрязнения пробы не только определяемыми веществами, но и веществами, мешающими их

определению.

Для отбора проб воды обычно используют пробоотборники типа бутылей (бутыль Майера ЛВ-135), опрокидывающиеся батометры, автоматические пробоотборники, плавающие самоходные устройства для отбора проб.

Для взятия проб воды из рек, озер, водохранилищ чаще всего используют батометры системы Скадовского - Зернова, Рутнера или Молчанова (рис.1, 2). В практике морских гидрохимических работ наиболее распространенными пробоотборниками являются металлические батометры БМ-48. Их можно использовать для отбора проб на рН, кислород, щелочность, соленость, сероводород, биогенные вещества. Для отбора проб на тяжелые металлы, нефтепродукты, фенолы, детергенты применяют пластмассовые батометры большой вместимости (7-10 л) конструкции Института океанологии АН СССР. Для отбора проб морской воды на хлорорганические вещества желательно использовать стеклянные батометры Молчанова и лишь в крайних случаях пластмассовые батометры. При отборе проб подземных вод обычно используют глубинные пробоотборники, например, системы Фридингера, ЛВ-135 (бутыльный), ПВ70 (поршневой) и ПВВ138 (проточный, высоконапорный) [10, 11].

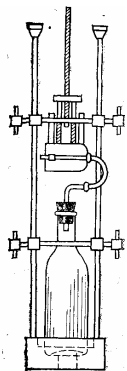


Рис. 1. Батометр Скадовского-Зернова

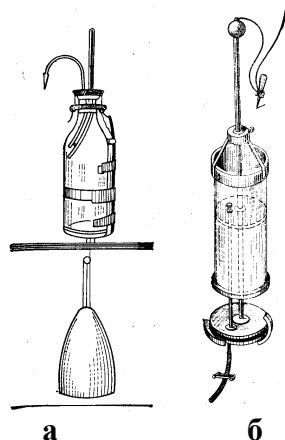


Рис. 2. Батометры Рутнера (а) и Молчанова (б) для отбора проб воды с глубины до 30 м

экспериментальные данные обрабатывают с привлечением методов математической статистики [25, 26]. Математическая обработка включает в себя следующие расчеты:

1. Определение среднего значения результата измерения:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n},$$

где \bar{X} - среднее значение ряда вариант;

$x_1, x_2 \dots x_n$ - частные значения вариант;

n - число вариант.

2. Определение стандартного отклонения:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}},$$

где \bar{X} - среднее значение ряда вариант;

x_i - частные значения вариант;

n - число вариант.

3. Точность прямого измерения (доверительный интервал):

$$\varepsilon_\alpha = t_\alpha \times \frac{S}{\sqrt{n}},$$

где ε_α - точность прямого измерения;

t_α - критерий Стьюдента;

S - стандартное отклонение;

n - число вариант.

4. Коэффициент вариации:

окружающей среде, способные мигрировать на большие расстояния и воздействовать на биологические и геофизические системы. В атмосферном воздухе - Pb, Cd, Cu, Zn, Hg, As, 3,4-бензпирен, SO₂, NO₂, ионы SO₄²⁻, взвешенные частицы (пыль), аэрозольная мутность атмосферы, озон, ХОП и ПАУ, в атмосферных осадках – Pb²⁺, Cd²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Hg²⁺, As³⁺, Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, SO₄²⁻, NH₄⁺, Cl⁻, NO₃⁻, HCO₃⁻, pH, 3,4-бензпирен, ХОП и ПАУ.

Требования к пробоподготовке. Экспонированные фильтры до проведения химанализов хранят в чистом сухом помещении в пакетах из крафт-бумаги, сорбционные трубки - в герметичных стеклянных пробирках в холодильнике. Пробы атмосферных осадков консервируют сразу после отбора, используя концентрированную HNO₃ (на 1 л пробы - 5 мл кислоты) и хранят в холодильнике. Объем месячной пробы осадков на тяжелые металлы должен составлять 0,2-1,0 л, анионов и катионов -1,0л.

Требования к аналитической процедуре. Концентрации поллютантов в атмосфере отдельных фоновых районов очень низки, что предполагает строгое соблюдение чистоты средств пробоотбора, посуды, материалов, помещений, сертификации химреактивов. Основное требование – использование высокочувствительного аналитического оборудования и квалифицированного персонала.

Практическая часть

1. Провести наблюдения за отбором проб воздуха на станциях метеоконтроля городского гидрометеоцентра.
2. Подготовьте подробный доклад о правилах отбора проб воздуха, отметьте его особенности.

VII МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

7.1 Получение достоверных результатов

7.2 Корреляционный анализ

7.1 Получение достоверных результатов

Для получения достоверных результатов, полученные

Пробы воды из источников и открытых водоемов с небольших глубин (0,5-1,0 м) отбирают бутылку без всяких приспособлений; следят за тем, чтобы в пробу не попали механические примеси. При затрудненном доступе к воде бутылку прикрепляют к шесту, снабженному держателем, или бутылку с дополнительным грузом опускают в воду на тросе. Иногда бутылку, закрытую пробкой с привязанной к ней веревкой, помещают в футляр, на дне которого прикреплен груз [12]. Футляр снабжен петлей, к которой привязывают шнур (веревку) с размеченными отрезками, указывающими глубину погружения. На требуемой глубине, с помощью привязанной к пробке веревки, выдергивают пробку из горла бутылки. После заполнения бутылки водой (на поверхности воды не появляются пузырьки воздуха) ее поднимают на поверхность.

В практике гидрохимических исследований при отборе воды из поверхностного слоя допускается использование ведра. Для отбора проб на соленость, биогенные вещества, детергенты, фенолы применяют эмалированное металлическое ведро, для отбора проб на тяжелые металлы - полиэтиленовое ведро; пробы на кислород, сероводород, pH и щелочность отбирают только батометром [10]. Отбор проб ведром рекомендуется проводить с носовой части судна, не дожидаясь его полной остановки.

При отборе подземных вод, во избежание переноса загрязнений из одного источника в другой, желательно для каждого источника иметь свое пробоотборное устройство. Для одновременного взятия проб с разных глубин источника рационально крепление нескольких пробоотборников на один общий канат [11].

2.5 Рекомендации по отбору проб воды

ОТБОР ПРОБ ИЗ РЕК И РУЧЬЕВ

Усредненную пробу протекающей воды отбирают в местах наиболее сильного течения, лучше в фарватере течения. Если цель исследования не указана, не рекомендуется отбор проб стоячей воды перед плотиной, в изгибах, рукавах и т. д.

Для осуществления контроля над санитарным состоянием водоемов, пробы отбирают в соответствии с существующими нор-

мативными документами [13].

При исследовании качества воды поверхностных источников централизованного питьевого водоснабжения отбирают не менее 12 разовых проб в год, т. е. пробы берут ежемесячно [13].

ОТБОР ПРОБ ИЗ ВОДОХРАНИЛИЩ, ОЗЕР И ПРУДОВ

Поскольку в озерах, водохранилищах и прудах течение замедлено, качество воды может быть неоднородным в различных участках и на разных глубинах. В связи с этим рекомендуется проводить зональный отбор проб, т. е. отбирать серию проб по створам и глубине и желательнее в наиболее короткий промежуток времени. Отбор, средних проб, полученных смешением пропорциональных порций воды, взятых в разных местах водохранилища, не рекомендуется. При отборе проб стоячей воды следует избегать участков с густыми зарослями.

ОТБОР ПРОБ ИЗ РОДНИКОВ, КОЛОДЦЕВ, СКВАЖИН

Пробу из искусственного водоприемника отбирают под поверхностью воды непосредственно в бутылку пробоотборным прибором. Если источник снабжен сливной трубой или желобом, пробу отбирают в сосуд с этих устройств. Если у источника нет ни водоприемника, ни искусственного слива, то пробу текущей воды берут в бутылку непосредственно или с помощью насоса. Иногда родник следует предварительно очистить, лучше за день до отбора пробы. Его углубляют так, чтобы можно было свободно погрузить бутылку или другой сосуд [14, 15].

ОТБОР ПРОБ ДОЖДЕВОЙ ВОДЫ, СНЕГА И ЛЬДА

Пробы дождевой воды следует отбирать при помощи широкой воронки, трубка которой доходит до дна бутылки для пробы. Для определения среднего состава дождевой воды ее собирают в течение всего времени, пока идет дождь. Для определения качества чистой дождевой воды ее собирают через несколько минут после начала дождя.

Падающий снег, как и дождевую воду, отбирают в воронку или в широкую и глубокую чашку, а затем оттаивают. Пробы снежного покрова отбирают в местах, где он лежит наиболее толстым слоем. Сняв и отбросив верхний слой, наполняют снегом широкогорлую банку.

При отборе проб льда куски, взятые в различных местах, очищают со всех сторон на чистой подстилке чистым долотом или

6.1 Геохимический мониторинг атмосферы

Цель геохимического мониторинга атмосферы – определить фоновые показатели приоритетных поллютантов для стационара комплексного экологического мониторинга. [1].

Размещение станции. Основным звеном в системе геохимического мониторинга атмосферы на стационаре фонового ранга служит станция слежения, обеспечивающая систематические многолетние наблюдения за уровнем загрязнения воздушного бассейна и сопутствующими геофизическими параметрами. Станция комплексного фонового мониторинга должна располагаться на ровном участке ландшафта с малой степенью закрытости горизонта, удаленном от препятствий и орографических элементов способных вызывать локальные возмущения потоков воздуха. Необходимым является доступность станции, обеспеченность электроэнергией и жилищно-бытовыми условиями.

Периодичность опробования. Регистрацию содержания поллютантов в атмосфере осуществляют непрерывно в течение суток. Смену фильтров, сорбционных трубок и осадкосборных емкостей производят ежедневно, в 8 часов. Месячную пробу атмосферных садков получают накоплением единичных проб.

6.2 Требования к отбору проб

Отбор проб осуществляется принудительной фильтрацией воздуха через фильтры ФПА-15-2,0 для тяжелых металлов и ФПП-15-1,5 для ионов SO_4^{2-} , 3,4-бензпирена, ХОП, ПАУ и пыли. Объем аспирированного воздуха должен составлять около 1000 м^3 . Концентрации SO_2 и NO_2 определяют аспирацией воздуха через сорбционные трубки, скорость пропускания для которых составляет 1,5-2,0 л/мин. При отборе атмосферных осадков используют полиэтиленовые или эмалированные сосуды с высотой стенок не менее 30 см. Входные отверстия аспирационных установок и верхние края осадкосборников должны находиться на высоте 1,7-2,0 м от подстилающей поверхности и направлены вверх.

Контролируемые показатели. В перечень приоритетных для наблюдений на фоновом уровне поллютантов включены вещества, являющиеся наиболее распространенными и устойчивыми в

материалов, не вызывающих загрязнения металлами (полиэтилен, стекло, кварц, агат); 2) количество отобранного биоматериала должно быть достаточным для количественного определения в них химических элементов (как правило, не менее 1-3 грамм сырого веса); 3) обязательной процедурой, обеспечивающей оценку возможного загрязнения, является взятие холостых проб.

Сохранение «чистоты» и информативности биопроб на стадиях транспортировки и хранения достигается использованием только стеклянных или полиэтиленовых емкостей и фиксацией проб спиртом этиловым ректификатом или глубокой заморозкой (температура не ниже -18°C). Для определения содержания химических элементов в биообразцах необходимо провести разрушение органического вещества проб (окисление его до минеральных соединений). Применяются четыре основных апробированных метода озоления: сухое, мокрое, в автоклаве и в аппаратах Г.Я. Ринькиса [2].

б. Выбор контролируемых химических элементов и веществ при биогеохимическом мониторинге должен обуславливаться двумя приоритетами – их высокой токсичностью и технофильностью.

Практическая часть

1. Составьте план мероприятий проводимых при фитобиогеохимическом мониторинге.
2. Составьте план мероприятий проводимых при зообиогеохимическом мониторинге.
3. Выберите оптимальные объекты для проведения биогеохимического мониторинга.
4. Представьте мониторинговую информацию по результатам проведенных на лабораторных занятиях исследований.

VI ОТБОР ПРОБ ВОЗДУХА

- 6.1 Геохимический мониторинг атмосферы
- 6.2 Требования к отбору проб

ножом. Очищенные куски льда помещают в чашку, откуда через некоторое время перекалывают в другой сосуд и также оставляют на некоторое время. Затем лед переносят в широкогорлую банку и оттаивают при комнатной температуре. Пробы из мелких кусочков льда насыпают в чистое сито или наполняют ими воронку Бюхнера, ополаскивают горячей дистиллированной водой и пересыпают в банку для пробы. При отборе проб пищевого льда поверхностный слой с кусков не счищают.

ОТБОР ПРОБ НА ВОДОПРОВОДНЫХ СТАНЦИЯХ, ИЗ ВОДОПРОВОДНЫХ КРАНОВ

На водопроводных станциях пробы отбирают из выходной трубы насосов или из сборных желобов. При отборе из резервуаров пробу берут под поверхностью воды. Необходимо иметь в виду, что в резервуаре состав воды в различных слоях может быть неодинаковым.

Для отбора проб из водопроводного крана на него надевают резиновый шланг, конец которого опускают на дно бутылки для пробы. Медленно открывают кран до тех пор, пока вода не потечет непрерывной струей толщиной около 0,5 см. После наполнения сосуда водой его оставляют еще некоторое время под краном так, чтобы вода перетекала через край до установления постоянной температуры. Для определения содержания токсичных веществ (Cu, Pb и др.) в воде, долго остававшейся в трубопроводе, пробу берут сразу после открывания крана.

2.6 Хранение и консервация проб

Выбор пробоотборных бутылей, хранение и консервирование проб зависят от вида определяемых загрязняющих веществ. В любом случае следует стремиться к тому, чтобы от момента отбора пробы и до ее анализа не только не изменились концентрация и характер загрязнения воды, но и не произошло вторичное ее загрязнение. Такие изменения могут быть вызваны сорбцией тяжелых металлов и токсичных веществ на стенках пробоотборных устройств, особенно пластмассовых сосудов, а также выщелачиванием некоторых компонентов со стенок сосудов и из резиновых пробок.

При отборе проб для *определения микроэлементов* исключают или сводят до минимума контакты проб воды с металлическими частями пробоотборных устройств. При отборе проб воды для определения микроэлементов применяют посуду из бесцветного химически стойкого стекла, содержащего в большинстве случаев минимальное количества микропримесей. Широко используют посуду, из полимерных органических материалов, которые почти не содержат микропримесей, за исключением Al_2O_3 , TiO_2 и других, входящих в состав, катализаторов для синтеза полимеров.

В наибольшей степени на развитие сорбционных процессов влияют: материал химической посуды, природа сорбируемых веществ и pH среды. Так, при установлении сроков хранения водных проб в различной химической посуде минимальные потери Au, As, Sb, Hg, Cd (до 25%) отмечены для стекла и кварца, а максимальные (до 67%) для полиэтилена при 7-8 сутках хранения. В тоже время имеются рекомендации хранить водные растворы в чистых полиэтиленовых сосудах, поскольку при использовании стеклянных сосудов некоторые металлы могут быть адсорбированы стеклянной поверхностью даже из подкисленных растворов.

Погрешность анализа, обусловленную сорбцией, можно исключить подбором материала химической посуды и среды. Сорбцию микропримесей из растворов стенками сосудов предотвращают или снижают до незначительной степени, чаще всего, подкислением растворов, добавлением комплексообразующих реагентов.

Бутыли с водой лучше всего закрывать пришлифованными стеклянными или полиэтиленовыми пробками, поскольку резиновые пробки часто содержат Zn, Pb, Sb и другие химические элементы, переходящие в раствор. Однако, при необходимости все же допускается применение и резиновых, и корковых пробок, но с прокладкой из полиэтиленовой пленки. При этом пленку предварительно очищают кипячением в 5% -ном растворе HCl и последующей промывкой бидистиллятом.

В период времени между отбором пробы и ее анализом определяемые компоненты могут подвергаться различным изменениям: выпадать в осадок или, наоборот, из нерастворимой формы перейти

- численности и биомассы гидробионтов по основным трофическим уровням;
- биометрических показателей организмов;
- химического состава индикационных групп гидробионтов.

3. *Выбор модельных видов.* При выборе модельных видов следует руководствоваться следующими критериями:

- эврибионтность;
- вылавливаемость;
- способность к накоплению металлов в высокой концентрации и обладание толерантностью к таким концентрациям;
- скоррелированность связей между концентрацией элемента в организме и среде;
- представленность основных трофических уровней и средообразующих групп гидробионтов (продуценты, консументы разных уровней из числа червей, моллюсков, ракообразных, насекомых).

4. *Методология проведения мониторинга.* Физико-химические особенности водной среды обитания имеют определяющее значение для выбора методологии изучения путей миграции и накопления металлов в водных экосистемах. Поэтому для проведения геохимического мониторинга водных экосистем по накоплению металлов необходимо применение сопряженного метода анализа донные осадки - вода - гидробионт с использованием процедуры расчета коэффициентов накопления [2, 3].

5. *Пробоподготовка, анализ данных и форма представления мониторинговой информации.* Анализ распределения тяжелых металлов в зоогидробионтах предполагает последовательное решение ряда вопросов, обеспечивающих получение достоверных и репрезентативных данных: 1) полевой отбор проб; 2) их транспортировка и хранение; 3) пробоподготовка; 4) аналитическое определение.

При биогеохимических исследованиях речных экосистем применимы стандартные методы отбора зоогидробионтов разработанные в гидробиологии. Рекомендуется выдерживать три основных дополнительных требования: 1) использовать посуду из

безосадочного периода [3].

5.2 Зоогеохимический мониторинг

Водные экосистемы. Целью геохимического мониторинга водных животных является определение фоновых концентраций химических веществ, выявление закономерностей их биотрансформации и установление реакции зоогидробионтов для разнотипных водных объектов [1]. Водная среда характеризуется наличием повышенной средовой обусловленности биологических функций гидробионтов, существованием дополнительных к трофическим, механизмов переноса (поступления) различных веществ по линии: донные осадки - вода - организм.

Большой эффект на различия функционирования водных экосистем оказывает тип водоема, который не только обуславливает закономерности формирования биоты, но и определяет специфику круговорота химических веществ.

Геохимический мониторинг водных биоценозов должен базироваться на ряде принципов его проведения.

1. *Выбор объектов мониторинга (выделение типов мониторинговых водоемов).* Основными водными объектами по экологической приоритетности являются: реки, озера и болота. Кроме того, для разных территорий мониторинговую значимость имеют старицы, временные водоемы, родники. Выбор конкретных станций мониторинга (водоемов и водотоков) проводится после комплексного биогеохимического и биологического обследования водных экосистем стационара.

2. *Периодичность мониторинговых исследований.* Состоит из двух блоков:

Ежегодный мониторинг. Осуществляется на станциях ежегодного контроля ключевых участков модельных водоемов и водотоков. Проводится 1 раз в год на фазе генеративной зрелости индикационных групп гидробионтов из основных трофических звеньев экосистем.

Долговременный мониторинг. Осуществляется на станциях периодического контроля один раз в 5-7 лет. Проводится комплексное обследование выбранных станций мониторинга с установлением:

- биоразнообразия;

в раствор (соли железа, марганца, кальция и др.), адсорбироваться на стенках посуды (Fe, Cu, Cd, Al, Mn, Cr, Zn, фосфаты и др.), выщелачиваться из стекла или пластмассы бутылки (B, Si, Na, K и др.). Промежуток времени между отбором пробы и ее анализом зависит от состава пробы, от определяемых веществ и от условий хранения. Чем больше вероятность изменения определяемых компонентов, тем скорее должен быть проведен анализ. При невозможности выполнения его на месте отбора, пробы консервируют, а для замедления происходящих в воде биохимических процессов ее охлаждают до 4°C. Перед анализом консервированную пробу иногда приходится нейтрализовать, а охлажденную - довести до комнатной температуры. При анализе или при расчете результатов необходимо учитывать количество добавленных для консервирования реактивов. Следует иметь в виду, что добавляемые в воду реактивы не должны загрязнять ее определяемыми компонентами.

Отбор проб, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, имеет ряд особенностей по сравнению с отбором проб воды для определения ее минерального состава. Его желательно проводить по определенной программе в 2 этапа. Для выявления зон загрязнения при отборе проб из колодцев и скважин, находящихся в статическом состоянии, на первом этапе отбирают, так называемые, «глобальные пробы» в самом начале откачивания. Таким образом, выявляется максимальное количество загрязняющих веществ. На втором этапе пробы отбирают из источников в динамическом состоянии после откачки из них воды. Для дальнейших наблюдений за режимом загрязнения намечают небольшое число индикаторных источников, из которых проводят зональный отбор проб в динамическом состоянии, а также дополнительные измерения. Пробы воды из остальных источников отбирают по возможности в динамическом состоянии [10, 11].

Для ориентировочной оценки загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами отбирают общую пробу с глубины до 30 см. Во время отбора не следует допускать взмучивания воды, отрыва и погружения поверхностной пленки в нижние слои. При отборе пробы поверхностных вод место отбора определяется условиями полного смешения сточных вод с водой водоема, причем наиболее

предпочтительными для отбора являются места с установившейся, спокойной поверхностью. Отбор проб сточных вод в канализационных системах с непостоянным составом и в закрытых каналах также определяется условиями хорошего смешения, в связи с чем обычно бывает приурочен к местам водосброса или самого сильного течения и самой большой турбулентности.

Отбор проб воды для определения органических компонентов также имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при проведении анализов. Если, при отборе проб для определения макро- и микроэлементов, в некоторых случаях, наиболее предпочтительными являются полиэтиленовые емкости, то для определения органических компонентов следует использовать стеклянные сосуды с притертыми стеклянными пробками. Это объясняется тем, что при использовании сосудов из органических полимерных материалов возможен переход органических соединений из посуды в пробу, кроме того, возможна адсорбция некоторых органических веществ (углеводородов, пестицидов и др.) на стенках сосудов.

Установлено, что хранение проб воды на свету, даже в полупрозрачной полиэтиленовой посуде, приводит к уменьшению концентрации CO_2 в результате фотосинтеза. При хранении проб в темноте наблюдается уменьшение рН и преобладание процессов биохимического окисления органических веществ. Таким образом, в промежутки времени между отбором пробы и ее анализом возможно разложение и потеря органических веществ под действием микроорганизмов или в результате химических реакций окисления или гидролиза. Чтобы избежать этих нежелательных явлений, необходимо промежутки времени между отбором пробы и ее анализом свести к минимуму, что может быть достигнуто путем применения простых и экспрессных методов анализа в непосредственной близости от места отбора проб.

При определении некоторых индивидуальных органических соединений консервирующие вещества и допустимые промежутки времени между отбором пробы и ее анализом могут быть различными. Так, для предотвращения потерь синильной кислоты при хранении проб воды, содержащей цианиды, пробы под-

вересковый, мшистый (сосна, мхи), сосняки верховых болот (сосна, сфагнум) [1].

Мониторинг луговой растительности. Объекты не образуют регулярной сети. Они выделяются по ландшафтно-территориальному принципу и должны включать все современные (естественные и нарушенные) луговые угодья (заливные, суходольные и низинные) и травяные сообщества экологического ряда. Луговой мониторинг охватывает собственно луговую, лугово-болотную и прибрежно-водную растительность. Объекты мониторинга луговой растительности во всех возможных случаях закладываются в сочетании с объектами мониторинга водной растительности в поймах рек и в прибрежных зонах озер.

Мониторинг высшей водной растительности. Объектами мониторинга водной растительности являются постоянные объекты (озеро, река). Пункты наблюдения на озерах имеют вид профилей, заложенных перпендикулярно берегу от уреза воды к центру озера до границы распространения растительности. На каждом озерном объекте мониторинга закладывается не менее трех ключевых профилей (КП), расположенных на участках с наиболее распространенными ассоциациями надводных, плавающих и подводных растений. Для реки пункт наблюдения имеет вид поперечного профиля [1-3].

Контролируемые показатели. Геохимический мониторинг растительности предполагает количественную и качественную оценку химического состава растений и контроль за его изменениями в результате техногенных или природных воздействий. Растения даже в пределах вида характеризуются определенной вариабельностью в накоплении химических элементов. Для избежания ошибок, обусловленных химической неоднородностью биообъектов, необходимо анализировать смешанные пробы, состоящие из 5-7 отдельных растений одного вида, произрастающих в пределах изучаемого биоценоза. Для получения сопоставимых между собой результатов необходимо сравнить содержания элементов в одинаковых органах растений, отобранных в один временной период (одна фаза развития) [2,3].

Сильные дожди уменьшают содержание элементов в растениях в 2-5 раз, поэтому отбирать растения следует после 2-4 дневного

Общее требование к технологии наблюдений при биогеохимическом мониторинге – это проведение биологически эквивалентной системы наблюдений, основанной на особенностях временной организации экологических систем и обеспечивающей получение информации о состоянии в годы со сколь угодно различными погодными условиями.

Разнообразие природных биологических систем (объектов) позволяет вести наблюдения только за очень ограниченной частью живой природы, поэтому большое значение приобретает выбор биологической системы, подлежащей изучению. В первую очередь в систему мониторинга необходимо включить индикационные виды, представляющие основные трофические уровни экосистем.

В соответствии с делением живых организмов на растительное и животное царства различают два основных вида биогеохимического мониторинга: фито- и зоогеохимический, которые функционально и территориально связаны и дополняют друг друга.

5.1 Фитогеохимический мониторинг

Цель – определение фоновых уровней содержания геохимических элементов и тенденций их изменения в растительных компонентах природных комплексов особо охраняемых природных территорий. Система мониторинга растительности формируется из блоков, соответствующих основным объектам мониторинга. Такими объектами являются:

- а) лесная растительность;
- б) луговая растительность;
- в) высшая водная растительность.

Лесной мониторинг. Объектами ежегодных наблюдений за изменением геохимического состава растений республики должны быть типичные для изучаемой территории лесные биоценозы, испытывающие техногенное воздействие путем переноса загрязняющих веществ исключительно атмосферным путем. В условиях республики к ним относятся: сосняки, произрастающие на элювиальных ландшафтах, в частности сосняк лишайниковый (сосна, лишайник), сосняки брусничный,

щелачивают едким натром до pH-11 [16]; фенолсодержащие воды, которые не удается проанализировать сразу, консервируют либо подщелачиванием, либо подкислением, добавляя в них HgCl_2 или CuSO_4 [16].

2.7 Периодичность отбора проб

Периодичность отбора проб поверхностных вод на фоновых и контрольных станциях должна охватывать основные фазы гидрологического режима и составлять для речных вод:

- в режиме слежения - от 4 до 7 раз в год;
- в режиме корректировки - от 12 до 24 раз в год.

Периодичность отбора проб на транзитных станциях должна составлять для речных вод от 12 до 24 раз в год. Для водоемов периодичность отбора проб составляет от 1 до 4 раз в год.

Наряду с этим следует предусмотреть осуществление специальных программ отбора проб на отдельных стационарных пунктах со значительно большей частотой - например, ежедневный отбор проб взвешенных частиц.

2.8 Наблюдения за качеством подземных вод

В настоящее время наблюдения за качеством подземных вод, главным образом хозяйственно-питьевого назначения, осуществляются рядом организаций РБ (ПО "Белгеология", Минжилкоммунз, и др.) по широкой сети скважин. Ряд гидрогеологических постов расположен в пределах Березинского биосферного заповедника и национальных парков "Беловежская пуща", "Припятский". Однако, эти посты создавались для наблюдений за ненарушенным гидродинамическим режимом подземных вод и вопросы контроля качества вод, их потенциального загрязнения учитывались недостаточно. Большинство наблюдательных скважин расположены вблизи населенных пунктов, где грунтовые воды имеют значительные следы антропогенного загрязнения.

Анализ имеющихся материалов гидрохимических наблюдений на этих постах свидетельствует о том, что из числа наблюдаемых в заповедниках и национальных парках скважин не более 10 могут характеризовать естественный геохимический фон

грунтовых вод. Это совершенно недостаточно для характеристики всего разнообразия природных обстановок на территории Беларуси. Учитывая особенности геологического строения покровных отложений, а также ландшафтные условия, следует принять, что минимальное количество гидрогеологических наблюдательных скважин в сети фоновых гидрогеохимического мониторинга подземных вод Беларуси должно составлять не менее 20 - 25. Эти дополнительные пункты контроля должны характеризовать основные водоносные горизонты, содержащие безнапорные грунтовые воды. Размещение наблюдательной сети мониторинга должно осуществляться по отдельным проектам, которые бы учитывали не только геологическое строение и ландшафтные условия территории, но и близость источников потенциального загрязнения грунтовых вод, направления их движения.

2.9 Водные ресурсы Республики Беларусь

В нашей республике зарегистрировано около 21 тыс. рек и ручьев при общей их протяженности 90,6 тыс. км. Наиболее крупные реки - это Западная Двина, Днепр, Припять, Вилия и Неман – их общая протяженность на территории республики превышает 500 км.

Средняя густота речной сети республики в настоящее время составляет 0,44 км/км². Однако, этот показатель ежегодно снижается в результате спрямления и канализования русел рек, особенно в Полесской низменности, и исчезновения малых рек и ручьев вследствие изменения общего гидрологического режима из-за непродуманной мелиорации переувлажненных земель, вырубки лесов и глобального изменения климата.

Объем собственного стока в РБ составляет 36,4 км³, причем 20,7 км³ поступает транзитом с сопредельных территорий. Сток сосредоточен преимущественно в крупных реках. Наиболее обеспечены собственными водными ресурсами северные и северо-западные районы республики, расположенные в бассейнах рек Зап. Двины и Немана. Именно здесь сосредоточено почти 45% общереспубликанского стока (на 1 км² территории приходится почти 200 тыс. м³/год пресной воды).

Объем стока рек в Беларуси, как везде на планете, колеблется

аккумулируют в ассимилирующих органах значительно меньшие количества радионуклидов, чем растения нижних ярусов. По коэффициенту накопления лесообразующие породы располагаются в следующей последовательности (в порядке убывания): береза повислая, осина, дуб черешчатый, ольха черная, сосна обыкновенная. Наиболее чувствительна к ионизирующему излучению сосна обыкновенная - основная лесообразующая порода республики. При уровнях радиационного фона 100-500 мР/ч наблюдается массовое пожелтение и опадание хвои, усыхание деревьев. Промышленная заготовка леса на технические нужды возможна при уровнях радиоактивного загрязнения почвы не выше 5 Ки/км², на топливо - до 5 Ки/км². Заготовка ягод, грибов и лекарственного растительного сырья ограничена уровнем 1 - 2 Ки/км². В целом санитарное состояние лесов республики, включая и радиационное, удовлетворительное. Массовой гибели лесных насаждений в условиях постоянно возрастающих антропогенных нагрузок пока не наблюдается.

Практическая часть

1. Провести отбор проб корнеплодов из предложенного образца.
2. Провести отбор сена и соломы из предложенных образцов.
3. Провести минерализацию полученных растительных проб.

V БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

5.1 Фитогеохимический мониторинг

5.2 Зоогеохимический мониторинг

Биогеохимический мониторинг - это слежение (контроль) за химическим составом биологических систем (биогеоценоз – популяция – организм). Биогеохимический мониторинг осуществляется на конкретной территории специально организованной сетью станций контроля через различные интервалы времени по определенной программе измерений [1].

Таблица 1 - Масса навески (г), отбираемой для определения тяжёлых металлов

Наименование продукции	Масса навески, г			
	Pb	Cd	Zn	Cu
Плоды и овощи	25 – 30	25 – 30	10 – 25	10- 25
Продукты переработки плодов и овощей	25 – 30	25 – 30	10 – 25	10 – 25
Зерно и продукты его переработки	10 - 25	10 - 25	2 - 10	2 - 10

4.8 Современная флора Республики Беларусь

Современная флора Республики Беларусь представлена различными группами растений: сосудистые - около 1700, водоросли - около 2000, лишайники - около 460, мохообразные - около 450, грибы - около 700 видов. Лесные ресурсы формируются в процессе жизнедеятельности лесов и представлены древесными и множеством других растительных организмов. Древесные ресурсы республики расположены на 7,4 млн. га и оцениваются в 1093,2 млн. м³ или 899,7 млн.т (в пересчете на воздушно-сухую массу), причем надземная фитомасса древесной растительности составляет 756,1 млн. т (84%). Основной удельный вес в биологическом запасе лесов приходится на хвойные породы (70,7%). в т.ч. сосновые – 59,3%, еловые - 11,4; на долю широколиственных – 3,8%, мелколиственных – 25,5%. Растения являются пищевыми ресурсами, ресурсами лекарственного сырья, кормовыми ресурсами, ресурсами подсобных промыслов. Наиболее существенная роль в республике отводится растениям как пищевым и кормовым ресурсам.

Среди сельскохозяйственных растений самый высокий уровень накопления радионуклидов характерен для семейства бобовых (различные виды люпинов). Злаковые, яровые и озимые, накапливают их в 5-8 раз меньше. Лесообразующие породы

в зависимости от количества выпавших осадков в году. В многоводные годы суммарный речной сток республики достигает 96 км³/год, снижаясь в маловодные годы до 36 км³. Местный сток в зависимости от водности года колеблется от 61 до 24 км³/год.

Озер на территории республики зарегистрировано 11 тысяч с общей площадью водного зеркала до 2 тыс.км², в них находится приблизительно 7 тыс.км³ пресной воды. Водозабор из основной массы озер не может быть значительным, т.к. сокращение числа малых рек, общей обводненности территории республики не обеспечивает стабильности водного уровня.

В настоящее время в республике имеется около 130 тыс. водохранилищ, в которых сосредоточено свыше 2,9 км³ пресной воды. 12 водохранилищ относятся к водохранилищам озерного типа, остальные - руслового и наливного.

На территории РБ эксплуатируется свыше 1,5 тыс. прудов, имеющих суммарную площадь зеркала 0,3 тыс.км² и полный водный объем 0,5 км³. Для всех водоемов республики характерно сезонное регулирование стока: осенне-весеннее его увеличение и летне-зимнее уменьшение.

Общие ресурсы подземного стока республики оцениваются в 16 км³, а апробировано и утверждено к добыче 5715 м³/сутки пресных подземных вод.

В последнее десятилетие в РБ, как и во всем мире, наметилась тенденция к сокращению собственного стока рек, снижению уровня озер и образованию депрессионных воронок подземных горизонтов. Это связано с увеличением безвозвратных потерь в результате нарушения гидрологического режима на территории республики, изменением климата в сторону аридности и увеличением водозабора пресных вод на технологические и другие нужды.

Практическая часть

1. Провести разовый и серийный отбор простых проб поверхностных вод р.Сож в районе городской набережной в течение сентября-октября месяцев для анализа на содержание токсикантов.
2. Провести зональный отбор смешанных проб воды оз. Малое.

3. Сконструировать простейший батометр для отбора проб воды с различных глубин.
4. Отобрать пробы дождевой воды в районе ул. Советской.
5. Провести подготовку проб воды для химического анализа на содержание токсикантов.
6. Провести консервацию проб воды для длительного хранения.
7. Составить сопроводительные паспорта на отобранные пробы воды.
8. Отобрать пробы снега и льда в районе ул. Советской (задание выполняется зимой).

III ОТБОР ПРОБ ПОЧВ

- 3.1 Геохимический почвенный мониторинг
- 3.2 Способы изучения почв и почвенных горизонтов
- 3.3 Почвенные разрезы и их изучение
- 3.4 Общие правила отбора проб
- 3.5 Транспортировка и хранение почвенных проб
- 3.6 Подготовка проб к анализу
- 3.7 Отбор проб почв при общих и локальных загрязнениях металлами и микроэлементами

3.1 Геохимический почвенный мониторинг

Геохимический почвенный мониторинг – это слежение за химическим составом почвенного покрова с помощью организованной сети станций наблюдения через регулярные интервалы времени по определенной программе наблюдений [1].

Цель почвенного геохимического мониторинга заключается:

- в определении фоновых характеристик химических элементов и соединений для основных типов почв соответствующей физико-географической провинции;
- в установлении начальных характеристик антропогенных загрязнений для последующего обнаружения масштабов их проявления в почвах с различной хозяйственной освоенностью.

Периодичность наблюдений должна составлять 5-7 лет, что

4.7 Метод минерализации пищевых продуктов

Минерализация пищевых продуктов, круп, плодов, овощей и продуктов их переработки для последующего определения в них Zn, Cu, Pb, Cd проводится согласно методике изложенной в ГОСТ 26929 – 86 [8].

Чашки с продуктами, содержащими влагу ниже 20 %, помещают на электроплитку и проводят обугливание до прекращения выделения дыма, затем чашки помещают в электропечь при температуре около 250°C.

Чашки с продуктами, содержащими влагу от 20 до 80 % помещают в сушильный шкаф, постепенно доводя температуру до 150°C, выдерживают около 3 ч до начала обугливания. Затем переносят на электроплитку и доводят обугливание до прекращения выделения дыма, затем чашки помещают в электропечь при температуре 250°C, а продукцию, содержащую более 20 % сахаров, помещают в электропечь при температуре около 150°C.

Жидкие продукты с содержанием влаги свыше 80 % на электроплитке упаривают досуха, обугливают до прекращения выделения дыма, затем помещают в электропечь при температуре около 150°C.

Минерализацию проб проводят постепенно, повышая температуру электропечи на 50°C через каждые 30 мин и доводят её до 450°C, продолжают минерализацию при этих условиях до получения серой золы. Чашки с золой вынимают из электропечи, охлаждают до комнатной температуры и серую золу смачивают 0,5 – 1,0 см³ раствора азотной кислоты. Затем кислоту досуха выпаривают на электроплитке со слабым нагревом и снова помещают чашки с пробой в электропечь при температуре 250°C, постепенно доводя температуру до 450°C и выдерживают 1 ч. Минерализацию считают законченной, когда зола станет белого или слегка окрашенного цвета без обугленных частиц. При наличии частиц повторяют обработку золы раствором азотной кислоты или водой.

Массы навесок растительного материала для определения в их составе ТМ представлены в таблице 1.

приготовления силоса, сенажа, искусственно высушенных кормов, точечные пробы берут вручную не менее чем из 10 разных мест порциями по 400 – 500 г. Отобранные точечные пробы зелёной массы собирают на брезент, тщательно перемешивают и расстилают ровным слоем, получая, таким образом, объединённую пробу. Из объединённой пробы зелёной массы отбирают среднюю пробу для анализа. Для составления средней пробы, масса которой должна быть 1,5 – 2 кг, траву берут порциями по 150 - 200 г из 10 различных мест.

4.5 Отбор проб грубых кормов (сено, солома)

Отбор проб грубых кормов (сено, солома) проводят по ГОСТ 27262 – 87. Точечные пробы из партии сена или соломы, хранящихся в скирдах, стогах отбирают по периметру скирд, стогов на равных расстояниях друг от друга на высоте 1,0 – 1,5 м от поверхности земли со всех доступных сторон с глубины не менее 0,5 м. Из точечных проб составляют объединённую пробу массой 2 кг. Для этого точечные пробы сена складывают тонким слоем (3 – 4 см) на брезенте или плёнке и осторожно перемешивают, не допуская ломки растений и образования трухи. Из объединённой пробы сена отбирают среднюю пробу для анализа. Для этого не менее чем из 10 различных мест по всей площади и толщине слоя отбирают пучки сена массой 60 – 120 г. Отобранную среднюю пробу массой около 1 кг упаковывают в плотную бумагу, бумажный или полиэтиленовый пакет, туда же помещают этикетку.

4.6 Отбор проб другой продукции растениеводства

Методы отбора всех видов круп, бобовых, семян и т.д. аналогичны методам отбора проб зерна; яблоки, помидоры, баклажаны и т.п. отбираются по методам отбора корнеплодов. Из небольших партий продуктов (ягоды, зелёные культуры и т.п.) точечные пробы берутся в 4 - 5 местах. Объединённая проба по массе или объёму должна быть в 3 раза больше массы или объёма, необходимого для подготовки к анализам.

обеспечит оценку динамики поведения консервативных и средообразующих почвенных параметров во времени. В качестве наиболее типичного элювиального ландшафта в условиях Беларуси выступают биогеоценозы под коренными растительными ассоциациями «сосняк мшистый» или «сосняк лишайниковый», которые приурочены к дерново-подзолистым песчаным почвам.

Показатели эколого-геохимического состояния почв. Загрязняющие вещества могут быть разделены на следующие группы:

- неорганические (Pb, Cd, Hg, As, Cr, Ni, Cu, и другие);
- органические природные (азот, фосфор, сера, их производные и другие);
- органические техногенные соединения (пестициды, ПХБ и другие);
- радиоизотопы чернобыльского происхождения.

Ведущими показателями при геохимическом мониторинге почв является группа микроэлементов, называемых тяжёлыми металлами (ТМ). Это, прежде всего, свинец, медь, цинк, хром, никель ванадий и др. Они постоянно фиксируются в природной среде и необходимы для нормального развития живых организмов. В последние годы среди важнейших загрязнителей почвенного покрова контролируются ртуть, кадмий, селен, мышьяк. Одна из основных задач геохимического мониторинга почв - выявить техногенную составляющую химических элементов в их общей концентрации.

Количественные определения химических элементов и соединений проводятся специально уполномоченными лабораториями с использованием аттестованных приборов по аккредитованным методикам.

С целью получения адекватных геохимических параметров отбор почвенных образцов должен быть осуществлён в узком диапазоне времени (июль, август – пик вегетации) в типичных, представительных и доступных точках наблюдения.

Гумусовый горизонт наиболее эффективный природный сорбент, играющий роль депонирующей среды для разнообразных поллютантов. Проба берётся 7-9 уколами пробоотборника, по возможности в местах без растительного спада, и усредняется. При сплошном ковровом опаде он анализируется отдельно от почвенного образца.

Оценка экологического состояния территории.

Геохимическая оценка экологического состояния почв основывается на коэффициентах и показателях, применяемых при анализе ландшафтной среды.

Основными геохимическими мерами качества среды являются абсолютные содержания химических элементов, либо массовая доля химического элемента в единице массы природного тела. Она выражается в процентах для типоморфных элементов, а для микроэлементов выражается в мг/кг, г/т.

Количественная и качественная оценка геохимического состояния почвенного компонента может выражаться в относительных единицах, т.е. при сравнении данных опробования с нормативным параметром по каждому показателю.

Относительные величины могут быть представлены коэффициентом концентрации (K_c), кларком концентрации (K_k), местным кларком (C_{cp}) и т.д. Иногда эколого-геохимической нормой считается кларковая концентрация, приближенно определяющая наиболее распространенную геохимическую обстановку жизни.

Для характеристики полиэлементной аномальности следует использовать показатель суммарного загрязнения (Z_c), характеризующий эффект воздействия определенной ассоциации химических элементов. Этот коэффициент рассчитывается по формуле:

$$Z_i = S \sum_{i=1}^n K_i - (n - 1)$$

где K_i – коэффициент концентрации i -того элемента (отношение содержания элемента в объекте к его фоновому содержанию),
 n – число изучаемых элементов.

Суммарный показатель загрязнения (Z) часто применим для оценки экологического состояния территории с интенсивным хозяйственным использованием

3.2 Способы изучения почв и почвенных горизонтов

Почву изучают как в полевых, так и в лабораторных условиях. Полевое изучение почвы позволяет определить ее строение и свойства, дать название по внешним, так называемым

менее 2 кг.

Объединённую пробу получают как совокупность точечных проб. Все точечные пробы ссыпают в чистую крепкую тару, исключаящую изменение качества зерна. При использовании механического пробоотборника для отбора проб из автомобилей точечные пробы смешивают в процессе отбора проб и образуют объединённую пробу. В тару с объединённой пробой зерна вкладывают этикетку.

4.3 Отбор проб корнеплодов, клубнеплодов, картофеля

Пробы клубнеплодов и корнеплодов отбирают из буртов, насыпей, куч, автомашин, прицепов, барж, хранилищ и т.д. Пробы отбираются от однородной партии. Однородная партия корма есть любое количество его одного сортотипа, заготовленного с одного поля, хранящегося в одинаковых условиях.

Точечные пробы отбирают по диагонали боковой поверхности бурта, насыпи, кучи, или средней линии кузова автомашины, прицепа, вагона, баржи и т.д. через равные расстояния на глубину 20 – 30 см. Клубнеплоды и корнеплоды берут в трёх точках подряд. Каждая точечная проба должна иметь массу около 1 кг. Точечные пробы помещают на брезент, соединяют и получают объединённую пробу.

Среднюю пробу массой около 1 кг для анализа выделяют из объединённой. Для этого объединённую пробу сортируют по величине на три группы: крупные, средние, мелкие. От каждой группы отбирают 20 % клубне- или корнеплодов, объединяют их, упаковывают и отправляют в лабораторию.

4.4 Отбор проб травы и зелёной массы сельскохозяйственных культур

Отбор проб травы и зелёной массы сельскохозяйственных культур проводится по ГОСТ 27262 – 87. Травы с пастбищ или сенокосных угодий отбирают на выделенных 8 -10 чётных площадках размером 1 или 2 м², располагая их по диагонали участка. Травостой скашивают (срезают) на высоте 3 – 5 см.

От зелёной массы, доставленной на ферму для непосредственного скармливания животным или для

наземной части растений или отдельно – стеблей и листьев, плодов зерна, корнеплодов, клубнеплодов.

4.2 Отбор проб зерна

Отбор проб насыпанного зерна из автомобилей проводится механическим пробоотборником или вручную щупом по ГОСТ 13586.3 – 83 [23].

Из автомобилей с длиной кузова до 3,5 м точечные пробы отбирают в 4-х точках по схеме А; с длиной кузова от 3,5 до 4,5 м – в 6-и точках по схеме Б; с длиной кузова от 4,5 и более – в 8-и точках по схеме В. По всем схемам точечные пробы отбирают на расстоянии от 0,5 до 1 м от переднего и заднего бортов и на расстоянии 0,5 м от боковых бортов:

Схема А	Схема Б	Схема В
х х	х х х	х х х х
х х	х х х	х х х х

Механическим пробоотборником точечные пробы отбирают из насыпи зерна по всей её глубине. Ручным щупом точечные пробы отбирают из верхнего и нижнего слоёв, касаясь щупом дна. В автопоездах точечные пробы отбирают из каждого кузова (прицепа).

Общая масса точечных проб при отборе по схеме А должна быть не менее 1 кг, по схеме Б – не менее 1,5 кг, по схеме В – не менее 2 кг.

Точечные пробы при погрузке (выгрузке) зерна в вагоны, суда, склады элеватора отбирают из струи перемещаемого зёрна в местах перепада механическим пробоотборником или специальным ковшом путём пересечения струи через равные промежутки времени в течение всего периода перемещения партии.

Из защитных мешков точечные пробы отбирают мешочным щупом в 3-х доступных точках мешка. Щуп вводят по направлению к средней части мешка желобком вниз, затем поворачивают его на 180° и вынимают. Образовавшееся отверстие заделывают крестообразными движениями острия щупа, сдвигая нити мешка. Общая масса точечных проб (объединённая проба) должна быть не

морфологическим признакам, а также провести отбор почвенных образцов для их изучения в базовом полевом лагере или в лабораторных условиях. Очень удобно и наглядно изучать почвы в специально выкопанных почвенных разрезах или на геологических обнажениях. Наиболее полно и точно изучают почву в лаборатории, проводя различные анализы, требующие специального оборудования. Однако некоторые простейшие анализы, а также те из них, которые могут быть выполнены с помощью полевых портативных лабораторий, измерительных комплектов и приборов, выполняют в полевых условиях. Таким образом, основной целью изучения почвы в полевых условиях является ее описание и, при намерениях продолжить изучение в лабораторных условиях – отбор почвенных образцов для дальнейшего лабораторного исследования. Как выбрать место для изучения почвы?

Следует помнить, что почвы изменяются при смене рельефа, растительности, почвообразующих пород, увлажнения и других экологических факторов. Изменяются также экологические условия жизнедеятельности почвенных организмов, для которых почва является средой обитания. Значит, прежде чем выбирать место для изучения почвы, надо установить, почву какого участка вы намереваетесь изучить - склона, водораздела или днища долины, пашни или леса. Место для изучения должно находиться в центральной, а не в краевой части территории с характерными условиями. Оно не должно чем-либо выделяться на участке – здесь не должно быть ни каких-либо мелких повышений или понижений рельефа, ни дороги (или даже тропинки), ничего, что могло бы придать почве особые черты, сделав ее нетипичной для тех условий, которые были избраны.

Отбор почвенных образцов для более детального изучения в лабораторных условиях - важная и ответственная часть полевых исследований. Существует ряд правил, которые необходимо соблюдать при проведении отбора образцов. Специалистами разработаны общие требования и правила отбора проб почвы, приведенные в действующих государственных стандартах. Чтобы избежать наиболее досадных случаев, связанных с недостаточностью почвенного материала, отбором проб в

неподходящих местах, неправильной обработкой проб и их непригодностью к дальнейшему анализу и т.п., организатору полевых работ необходимо ответить на несколько вопросов:

1. Являются ли изучаемые участки однородными и насколько полно они представляют изучаемую, в целом неоднородную, территорию?
2. По каким показателям предполагается анализировать пробы почвы и сколько их для этого необходимо?
3. В каких конкретно местах и с какой глубины предполагается взятие образцов?
4. Есть ли у исследователя достаточно почвенного материала, чтобы, при необходимости, повторить анализ (например, если эксперимент окажется неудачным)?
5. Будет ли проводиться обработка проб на месте их отбора либо в базовом лагере и что для этого необходимо (оборудование, время, "человеческие возможности" и т.д.)?
6. Есть ли у исследователя достаточное количество упаковочного материала для транспортировки образцов в лабораторию?

Недоучет возможных проблем, связанных с последующей обработкой и анализом проб в лабораторных условиях, может поставить под угрозу достижение целей оценки экологического состояния изучаемой почвы, т.к. воссоздать полевые условия по возвращении из экспедиции или полевого выхода, как правило, невозможно.

2.2 Почвенные разрезы и их изучение

Почвенный профиль и почвенные горизонты. Подобно тому, как неповторим каждый человек, каждый участок почвы в ландшафте имеет собственные уникальные характеристики. Внешний вид срезанной в глубину почвы (его можно уподобить лицу человека) называется почвенным профилем. Изучая почвенный профиль, можно получить информацию о геологической и климатической истории ландшафта на протяжении сотен и тысяч лет, археологической истории использования почвы жившими в данной местности людьми.

Каждый почвенный профиль образован слоями, называемыми

Практическая часть

1. Отобрать пробы почв с различных почвенных горизонтов в районе городских озер и в районе агробиостанции «Ст.Ченки».
2. Провести определения гранулометрического состава отобранных проб почв.
3. Провести изучение почвенных профилей и горизонтов на почвенных разрезах (м-н Волотова, оз. У-образное).
4. Провести отбор проб почв в районе «Химзавода» с целью определения токсикантов.
5. Повести консервацию отобранных проб.
6. Составить сопроводительные документы (паспорт, этикетки) на отобранные пробы почв.

IV ОТБОР ПРОБ РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

- 4.1 Общие правила отбора
- 4.2 Отбор проб зерна
- 4.3. Отбор проб корнеплодов, клубнеплодов, картофеля
- 4.4 Отбор проб травы и зелёной массы сельскохозяйственных культур
- 4.5 Отбор проб грубых кормов (сено, солома)
- 4.6. Отбор проб другой продукции растениеводства
- 4.7 Метод минерализации пищевых продуктов
- 4.8 Современная флора Республики Беларусь

4.1 Общие правила отбора

Пробы растений отбирают на тех участках, что и пробы почвы. Для получения объединённой пробы растений массой 0,5 – 1 кг натуральной влажности рекомендуется отбирать не менее 8 -10 точечных проб. Наземную часть травяного покрова срезают острым ножом или ножницами, не засоряя почвой, укладывают в полиэтиленовую плёнку или крафт-бумагу, вкладывают этикетку. Если нижняя часть растения загрязнена почвой, то нужно срезать растения на 3 -5 см выше поверхности почвы [22, 23].

Объединённую пробу составляют из точечных проб, взятых из

отбирают по четырём румбам в следующих точках:

- 1 – на ближайших от источников загрязнения сельхозугодиях (0,5 – 1,5 км);
- 2 – в 2 - 3 км от источника загрязнения;
- 3 – в 5 - 6 км от источника загрязнения.

При загрязнении обширной территории проводится отбор проб почв на расстоянии 5 – 30 км от источника загрязнения по оси переноса, обратной “розе ветров” (по доминирующему направлению разноса выброса): пробы отбирают на расстоянии 10, 20, 30 км от источника загрязнения. Почвенные пробы необходимо брать на расстоянии 150 – 200 м от крупных автомагистралей и 50 м от проселочных дорог.

Объединённая проба составляется не менее чем из 5 точечных проб, взятых с пробной площадки, которая закладывается на расстоянии не менее 100 м от края поля. С краевых участков также могут быть отобраны объединённые пробы, но они будут характеризовать загрязнения почвы только краевых участков.

При отборе почвы буром объединённая проба составляется из 20-40 уколов, произведённых через равные промежутки по диагонали участка. При длине маршрутного хода более 500 м для ориентировки используются вешки.

При отборе проб почвы лопатой точки отбора располагаются по “конверту” (четыре точки в углах площадки и одна в центре). Вокруг каждой из пяти точек делается ещё по четыре прикопки. Таким образом, объединённая проба составляется из 25 точечных проб.

Пробы почвы ссыпаются на крафт-бумагу или полиэтиленовую плёнку, тщательно перемешиваются, квартовуются 3-4 раза (измельчённая вручную почва разравнивается на бумаге в виде квадрата, делится на четыре части, две противоположные части отбрасываются, две оставшиеся части перемешиваются).

Оставшаяся после квартования почва разравнивается на бумаге, условно делится на 6 квадратов, из центра которых берётся примерно одинаковое количество почвы в полотняный (полиэтиленовый) мешок или крафт-бумагу. Масса пробы должна быть около 1 кг. Пробы хранят в коробках или пакетах, куда помещают ранее заполненную этикетку.

почвенными горизонтами. Почвенные горизонты могут иметь толщину от нескольких миллиметров до десятков сантиметров и более. По этим, а также другим свойствам каждый почвенный горизонт отличается от расположенного сверху или снизу.

Для идентификации почвенных горизонтов ученые обозначают их специальными буквами. В настоящее время в нашей стране принята система обозначения генетических почвенных горизонтов, в основе которой лежит символика, предложенная В.В. Докучаевым с дополнениями, сделанными в последующее время. Почвы подразделяют на несколько горизонтов, которые, в свою очередь, подразделяют на подгоризонты. Каждый горизонт (подгоризонт) имеет свое название и буквенное обозначение - индекс. Согласно этой индексации, основными почвенными горизонтами являются:

A₀ - лесная подстилка или степной войлок;

A - гумусовый горизонт с подразделением на подгоризонты:

Ad - дерновый горизонт;

A₁ - гумусовый аккумулятивный горизонт (в целинных почвах);

Ap - пахотный горизонт;

At - торфянистый горизонт;

A₂ - элювиальный горизонт (подзолистый или осолоделый);

B - иллювиальный горизонт;

C - материнская порода;

G - глеевый горизонт.

Следует отметить, что горизонты могут четко выделяться на почвенном профиле, но могут и слабо проявляться, а в каких-то случаях могут и отсутствовать. Это зависит, главным образом, от характера почвообразовательного процесса, возраста почв и материнских пород, а также степени антропогенного влияния на почву. Тем не менее, каждому типу почв свойственно особое сочетание горизонтов.

Почвенные горизонты различаются по цвету, структуре, плотности, гранулометрическому составу, новообразованиям и включениям, т.е. по признакам, которые могут быть определены непосредственно при изучении разреза. Они также могут различаться по химическому и минералогическому составу,

физическим и физико-химическим свойствам, количеству и составу микроорганизмов, биохимической активности и по некоторым другим свойствам, которые можно изучить, как правило, только в хорошо оснащенной лаборатории.

Почвенный профиль и почвенные горизонты изучают на почвенных разрезах и обнажениях. Почвенный разрез - это специально выкопанная яма, которая позволяет увидеть строение всего почвенного профиля - от поверхности до почвообразующей породы. На разрезе удобно выполнять описания почв, изучать их морфологические признаки, устанавливать границы между различными почвами, отбирать образцы для анализов.

Глубина почвенного разреза определяется мощностью почвенного профиля, т.е. глубиной залегания нижних горизонтов почвы. Обычно считают, что почвообразующую породу достигли, когда в разрезе вскрывается однородная толща, не подразделяющаяся на различные по строению и составу горизонты. Форма почвенного разреза прямоугольная, ширина его обычно составляет 70-80 см, длина - 1,5-2,0 м в зависимости от глубины. Размеры почвенного разреза должны быть такими, чтобы исследователь мог удобно расположиться в разрезе и работать там. Одну из стенок, так называемую "переднюю стенку", делают вертикальной. На ней ведут основное исследование почвенного профиля. На противоположной стенке делают ступеньки. Длинные стенки, называемые боковыми, используют для дополнительного исследования почвы.

Разрез ориентируют таким образом, чтобы передняя стенка была хорошо освещена, т.е. она должна быть обращена к солнцу. Результатом изучения почвенного разреза является описание почвенных горизонтов и отбор проб почвы (грунтов).

Обратите внимание при выполнении почвенного разреза:

- Убедитесь в том, что копать безопасно. В земле должны отсутствовать кабели, канализационные и ирригационные сооружения, опасные предметы и др.
- Копайте в таком месте, чтобы нанести минимальный вред корневым системам растений, особенно деревьев.
- Копайте не ближе 3 метров от зданий, дорог, игровых и строительных площадок, других мест, где Ваша работа

плавленого корунда до пудрообразного состояния. Для бактериологического анализа подготовку проб почвы проводят со строгим соблюдением условий асептики: почву рассыпают на стерильную поверхность, все операции проводят стерильными инструментами, просеивают почву через стерильное сито с диаметром ячеек 3 мм, накрытое стерильной бумагой. Растирают почву в стерильной ступке.

2.6 Отбор проб почв при общих и локальных загрязнениях металлами и микроэлементами

Отбор проб почвы проводится в соответствии с требованиями к отбору проб почв при общих и локальных загрязнениях, изложенными в ГОСТ 17.4.3.01 – 83, ГОСТ 17.4.4.02 – 84, ГОСТ 28.168 – 89 [17-19], а также в “Методических указаниях по агрохимическому обследованию почв сельскохозяйственных угодий” [21] и “Методических указаниях по проведению полевых и лабораторных исследований при контроле загрязнения окружающей среды металлами”. Образцы почв отбираются два раза в год: весной – после схода снега и осенью – во время уборки урожая. Для контроля загрязнения ТМ отбор проб проводят не менее 1 раза в 3 года.

На пахотных почвах точечные пробы отбирают на глубину пахотного слоя, на сенокосах и пастбищах – на глубину до 25 см через интервалы 0-5, 5 - 10, 10 - 20 (25) см. Для контроля загрязнения легкомигрирующими веществами точечные пробы отбирают по генетическим горизонтам на всю глубину почвенного профиля.

При отборе проб почвы сельскохозяйственных угодий с локальным загрязнением применяют систему концентрических окружностей, расположенных на определённых расстояниях от источника загрязнения в зависимости от площади загрязнения, указывая номера окружностей и азимут места отбора проб.

В направлении основного распространения загрязняющих веществ в соответствии с “розой ветров” систему концентрических окружностей продолжают в виде сегмента, размер которого зависит от степени распространения загрязнения. Независимо от ветрового режима пробы почвы пахотного и подпахотного горизонтов

лабораторию на анализ. При невозможности проведения анализа в течение одного дня пробы почвы хранят в холодильнике при температуре от 4 до 5 °С не более 24 ч. При анализе на кишечные палочки и энтерококки пробы почвы хранят в холодильнике не более 3 суток. Пробы почвы, предназначенные для гельминтологического анализа, доставляют в лабораторию на анализ сразу после отбора. При невозможности немедленного проведения анализа пробы хранят в холодильнике при температуре от 4 до 5 °С. Для исследования на яйца биогельминтов почву без обработки хранят не более 7 сут., для исследования на яйца геогельминтов — не более 1 мес. При хранении проб для предотвращения высыхания и развития личинок в яйцах геогельминтов почву увлажняют и аэрируют один раз в неделю, для чего пробы вынимают из холодильника и оставляют на 3 ч при комнатной температуре, увлажняют водой по мере потери влаги и снова помещают для хранения в холодильник.

При необходимости хранения проб почвы более месяца применяют консервирующие средства: почву пересыпают в кристаллизатор, заливают раствором формалина с массовой долей 3%, приготовленным на изотоническом растворе натрия хлорида с массовой долей 0,85% (жидкость Барбагадло), или раствором соляной кислоты с массовой долей 3%, а затем ставят в холодильник [20, 21].

2.5 Подготовка проб к анализу

Для определения химических веществ пробу почвы в лаборатории рассыпают на бумаге или кальке и разминают пестиком крупные комки. Затем выбирают включения – корни растений, насекомых, камни, стекло, уголь, кости животных, а также новообразования – друзы гипса, известковые журавчики и др. Почву растирают в ступке пестиком и просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм. Отобранные новообразования анализируют отдельно, подготавливая их к анализу также, как пробу почвы.

Для определения валового содержания минеральных компонентов из просеянной пробы отбирают представительную пробу массой не более 20 г и растирают ее в ступке из агата, яшмы или

может нанести ущерб или нарушить состояние примыкающим к хозяйственным объектам территорий.

- Ориентируйте почвенный разрез таким образом, чтобы профиль был хорошо освещен. Тогда Вы сможете не только изучать его визуально, но и фотографировать. После изучения почвенного профиля (горизонта) или отбора почвенного образца вырытый грунт поместите обратно в яму.

Естественные обнажения, часто встречающиеся на стенках свежих промоин оврагов, по берегам рек и в других местах, не могут заменить собой почвенные разрезы, т.к. они обычно приурочены к специфическим условиям рельефа и характеризуют, поэтому только весьма ограниченные участки площади. Однако обнажения представляют собой очень ценный объект для почвенно-геологических наблюдений, т.к. позволяют видеть почвенный слой и глубокие горизонты пород.

Большинство свежих искусственных выемок (открытых выработок для добычи различных ископаемых, строительных траншей, карьеров, котлованов и т.д.) с успехом могут быть использованы в качестве почвенных разрезов, если места их расположения являются типичными и важными для изучения почв данной территории.

3.4 Общие правила отбора проб

Отбор проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализов проводят не менее 1 раза в год. Для контроля загрязнения тяжелыми металлами отбор проб проводят не менее 1 раза в 3 года.

При изучении динамики самоочищения отбор проб проводят в течение первого месяца еженедельно, а затем ежемесячно в течение вегетационного периода до завершения активной фазы самоочищения. При контроле загрязнения почв предприятиями промышленности пробные площадки намечают вдоль векторов «розы ветров». При неоднородном рельефе местности пробные площадки располагают по элементам рельефа. На карты или планы наносят расположение источника загрязнения, пробных площадок и мест отбора точечных проб. Пробные площадки располагают в

соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 [17].

Для контроля санитарного состояния почвы в зоне влияния промышленного источника загрязнения пробные площадки закладывают на площади, равной 3-х кратной величине санитарно-защитной зоны. Для контроля санитарного состояния почв на территории расположения детских садов, игровых площадок, выгребов, мусорных ящиков и других объектов, занимающих небольшие площади, размер пробной площадки должен быть не более 5x5 м.

Отбор проб при агрохимическом обследовании почв проводят в течение всего вегетационного периода. На полях, участках сенокосов, пастбищ, лесных питомников, где доза внесенных минеральных удобрений по каждому виду составляла более 90 кг д. в. на 1 га, пробы отбирают спустя 2 месяца после внесения удобрений.

Точечные пробы отбирают на пробной площадке из одного или нескольких слоев или горизонтов методом конверта, по диагонали или любым другим способом с таким расчетом, чтобы каждая проба представляла собой часть почвы, типичной для генетических горизонтов или слоев данного типа почвы. Количество точечных проб должно соответствовать ГОСТ 17.4.3.01-83. Точечные пробы отбирают ножом или шпателем из прикопок или почвенным буром. Объединенную пробу составляют путем смешивания точечных проб, отобранных на одной пробной площадке. Для химического анализа объединенную пробу составляют не менее, чем из пяти точечных проб, взятых с одной пробной площадки. Масса объединенной пробы должна быть не менее 1 кг. Для агрохимических исследований в зависимости от пестроты агрохимических показателей почв, выявленной по результатам предыдущего обследования, каждую объединенную пробу составляют из 20-40 точечных. Масса объединенной пробы должна быть не менее 400 г.

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.

Точечные пробы почвы, предназначенные для определения тяжелых металлов, отбирают инструментом, не содержащим металлов. Перед отбором точечных проб стенку приколки или поверхность керна следует зачистить ножом из полиэтилена или полистирола или пластмассовым шпателем.

Точечные пробы почвы, предназначенные для определения летучих химических веществ, следует сразу 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. Для бактериологического анализа с одной пробной площадки составляют 10 объединенных проб [18]. Каждую объединенную пробу составляют из трех точечных проб массой от 200 до 250 г каждая, отобранных послойно с глубины 0-5 и 5-20 см. Пробы почвы, предназначенные для бактериологического анализа, в целях предотвращения их вторичного загрязнения следует отбирать с соблюдением условий асептики: отбирать стерильным инструментом, перемешивать на стерильной поверхности, помещать в стерильную тару. Для гельминтологического анализа с каждой пробной площадки берут одну объединенную пробу массой 200 г, составленную из десяти точечных проб массой 20 г каждая, отобранных послойно с глубины 0-5 и 5-10 см. При необходимости отбор проб проводят из глубоких слоев почвы послойно или по генетическим горизонтам.

3.5 Транспортировка и хранение почвенных проб

В процессе транспортировки и хранения почвенных проб должны быть приняты меры по предупреждению возможности их вторичного загрязнения. Пробы почвы для химического анализа высушивают до воздушно-сухого состояния по ГОСТ 5180-84. Воздушно-сухие пробы хранят в матерчатых мешочках, в картонных коробках или в стеклянной таре. Пробы почвы, предназначенные для определения летучих и химически нестойких веществ, доставляют в лабораторию и сразу анализируют. Пробы почвы, предназначенные для бактериологического анализа, упаковывают в сумки-холодильники и сразу доставляют в