

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

## **АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Методические указания к лабораторным занятиям

Составитель  
А.Н. Никольская

Издательско-полиграфический центр  
Воронежского государственного университета  
2010

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Факторы, влияющие на отбор пробы.....	5
1.1 Воздух.....	5
1.2 Водные объекты.....	5
1.3 Почва.....	6
2. Отбор и обработка проб.....	7
2.1 Воздух.....	7
2.2 Вода.....	10
2.3 Почва.....	12
3. Измерение концентрации загрязнителя.....	12
4. Математическая обработка данных и их проверка.....	14
5. Интерпретация и сравнение полученных данных.....	15
Практическая работа №1.....	16
Практическая работа №2.....	17
6. Методы количественного анализа загрязняющих веществ.....	19
Гравиметрия.....	20
Лабораторная работа № 1.....	20
Титриметрия.....	21
Лабораторная работа № 2.....	22
Лабораторная работа № 3.....	24
Фотометрический метод.....	26
Лабораторная работа №4.....	27
Лабораторная работа №5.....	29
Лабораторная работа №6.....	32
Лабораторная работа №7.....	33
Литература.....	36

Вода является уникальным растворителем. В ней в растворенном состоянии находятся почти все газы, имеющиеся в атмосфере. Загрязняющие вещества, попадая в воду, ведут себя по-разному. Одни растворяются или переносятся за счет движения водных масс, другие адсорбируются на взвешенных частицах и оседают на дно, третьи могут вовлекаться в биологические циклы и переноситься различными организмами.

Распределение веществ в воде зависит от многих локальных условий: скорости и характера движения воды, осадков, наносов, физико-химических свойств загрязняющих веществ, их устойчивости в воде и т.д. Обычно устанавливается динамическое равновесие между ними. Если условно рассечь водную массу вертикальной плоскостью, можно выделить места повышенной реакционной способности: поверхностную пленку, основную водную массу и донный осадок.

Природный осадок и поверхностная пленка являются зонами концентрации загрязняющих веществ. На дно оседают нерастворимые в воде соединения, а сам осадок является хорошим сорбентом для многих веществ.

В поверхностной пленке (толщиной 50–500 мкм) протекают процессы массообмена между воздухом и водой, здесь содержатся загрязняющие вещества многих видов, т.е. в загрязненной воде имеются две зоны концентрации: придонный осадок и поверхностная пленка.

Сведения об особенностях распределения загрязняющих веществ в воде способствуют успешному отбору проб и, следовательно, получению более надежных результатов анализа.

### 1.3. Почва

Почва является одним из важнейших объектов окружающей среды, дающих более 90 % продуктов питания и сырья для производства самой разнообразной продукции.

Почвы весьма сложны и разнообразны по составу. В них содержатся минералы, органические вещества (образующиеся в результате разложения растительной биомассы), вода, воздух, различные микроорганизмы, грибки, бактерии и др. В почве происходят сложные физико-химические, биологические и другие процессы. В отличие от других объектов окружающей среды (воздух, вода), где протекают и процессы самоочищения, почва обладает этими свойствами в незначительной мере. Более того, для некоторых веществ, в частности для тяжелых металлов, почва является емким акцептором. Тяжелые металлы прочно сорбируются и взаимодействуют с почвенным гумусом, образуя труднорастворимые соединения. Вместе с этим в почве под воздействием различных факторов происходит постоянная миграция попадающих в нее веществ и перенос их на большие расстояния.

Загрязняющие почву вредные вещества (например, щелочные металлы, содержащиеся в почве в виде растворимых соединений) могут перехо-

дуть в воду, растения и, следовательно, в организм животных. Эти вещества перемещаются с грунтовыми и дождевыми водами, при таянии снега. Опавшие листья, содержащие тяжелые металлы и другие токсичные вещества, переносятся дождем и ветром на большие расстояния. Также переносятся вредные вещества с пылью от загрязненной почвы. Степень вреда, наносимого людям загрязнениями, зависит от способности растений поглощать загрязняющие почву вещества.

Почвы могут быть хорошим сорбентом многих химических веществ. Максимальное содержание металлов в почве наблюдается на расстояниях 1–5 км от источника загрязнения (ближняя зона). Они могут превышать фоновые уровни на 1–2 порядка. По мере удаления от источника загрязнения содержание металлов уменьшается и на расстоянии 15–20 км приближается к фоновому уровню. Глубина проникновения тяжелых металлов в загрязненных почвах обычно не превышает 20 см, но при сильном загрязнении может достигать до 160 см.

Обычно все химические вещества поглощаются поверхностным плодородным слоем почвы, где также находятся пестициды. Тяжелые глинистые почвы удерживают пестициды дольше, чем легкие песчаные.

## **2. ОТБОР И ОБРАБОТКА ПРОБ**

### **2.1. Воздух**

Надежность контроля за загрязнением наряду с рассмотренными выше факторами зависит от способа отбора проб. При отборе проб необходимо знать агрегатное состояние и свойства исследуемых соединений.

Контроль начинается с выбора места отбора пробы. Процесс отбора пробы воздуха является более трудоемким и ответственным, чем отбор проб других сред. Это связано с тем, что концентрирование определенных веществ обычно происходит в процессе отбора пробы. В зависимости от предполагаемого загрязнения воздуха отбор проб может проводиться с применением концентрирования или без него. В последнем случае отбор ведется в стеклянные шприцы, газовые пипетки, мешки из полимерных пленок и др. Погрешности при этом возникают из-за нарушения герметичности пробоотборных устройств, сорбции микроколичеств веществ внутренней поверхности пробоотборников. Погрешности почти полностью устраняются путем многократного «промыывания» пробоотборных емкостей исследуемым воздухом, а также путем определения допустимых сроков и условий их хранения. Этот способ применяется для отбора летучих веществ, содержащихся в воздухе в значительных концентрациях, а также при использовании для анализа метода газовой хроматографии, обладающего достаточно высокой чувствительностью определения.

При концентрировании микропримесей из воздуха насчитывается значительно больше факторов, способных стать причинами погрешностей, чем при концентрировании из других сред. При контроле воздуха используются эффективные способы отбора, дающие возможность концентрировать не менее 96 % микропримесей из воздуха.

Основным способом отбора исследуемого воздуха является его пропускание через сорбционное устройство (поглотительный сосуд, концентрационную трубку, фильтр) с помощью побудителя расхода воздуха с определенной скоростью, регистрируемой расходомерным устройством (ротаметром, реометром, газовыми часами). Для удобства отбора проб широко применяют аспирационные устройства, которые совмещают побудитель расхода и расходомерное устройство и позволяют отбирать вещества, находящиеся в различном агрегатном состоянии.

Чаще всего применяется электроаспиратор марки М-822. Это переносной прибор с ручным способом регулирования и неавтоматической программой работы. Он прост по конструкции, имеет малые габаритные размеры и удобен в работе. Узлы aspirатора смонтированы на металлическом шасси с панелью, заключенной в кожух. Узлами его являются: электродвигатель, воздуходувка ротационного типа и шланги для соединения ротаметров с воздуходувкой. Аспиратор позволяет отбирать пробы одновременно по четырем каналам с регулированием скорости отбора по каждому каналу отдельно.

Газообразные и парообразные микропримеси отбираются в жидкие поглотительные растворы и на зерненные сорбенты: силикагель, активный уголь и др.

При отборе проб в жидкие поглотительные среды анализируемые вещества растворяются или вступают в химическое взаимодействие (хемосорбция), последнее дает большую полноту поглощения. Эффективность поглощения зависит также и от конструкции поглотительных сосудов. Для этих целей выпускают абсорбент специальной конструкции. Наиболее широко применяются следующие поглотительные сосуды.

1. Поглотитель с впаянной пористой стеклянной пластинкой.

В этом сосуде воздух в виде мельчайших пузырьков поступает в поглотительный раствор и распыляет его, что обуславливает большой контакт воздуха с раствором. Скорость отбора пробы воздуха – до 3 л/мин.

2. Поглотитель Зайцева и поглотитель Полежаева.

Эффективность поглощения вещества достигается за счет удлинения пути прохождения газовой воздушной смеси через раствор. Скорость отбора пробы до 0,5 л/мин.

3. Поглотительный прибор Рыхтера.

Здесь используется эффект эжекции.