



**Методы и средства наблюдения  
и контроля за состоянием  
природной среды.**



Повышение эффективности контроля за состоянием природной среды может быть достигнуто :

- повышением производительности и оперативности измерений;
- повышением регулярности измерений;
- увеличением масштабности охвата одновременным контролем;
- автоматизацией и оптимизацией технических средств и процесса контроля.



## Средства экологического наблюдения контроля подразделяются на

- **контактные**, которые подразделяются на два типа: без предварительного преобразования (кондуктометрия, потенциометрия, полярография и др.), с преобразованием пробы (титрование). Контактные методы контроля подразделяются на методы использующие *прямое измерение параметра и косвенное*

В результате *прямого измерения* непосредственно определяется сам искомый параметр, например, показатель рН (метод рН-метрии). В случае *косвенного измерения* искомый параметр определяется в несколько стадий с использованием различных калибровочных графиков, таблиц и пр

- **неконтактные**



## Эффективность любого метода наблюдений и контроля за состоянием природной среды оценивается совокупностью показателей:

- **Селективность прибора**, избирательность, способность отличать какие-либо характеристики определяемого вещества от посторонних (мешающих определению)
- **Точность средств измерений**, обобщённая характеристика средств измерений, служащая показателем установленных для них государственными стандартами пределов основных и дополнительных погрешностей
- **Чувствительность** определяет наименьшее количество элемента, которое может быть обнаружено данным методом
- **Воспроизводимость результатов измерений** - повторяемость (в пределах установленной погрешности) результатов измерений одной и той же величины, полученных в разных местах, разными методами, разными средствами, разными операторами, в разное время, но приведенных к одним и тем же условиям измерений.
- **Экспрессность** – скорость выполнения анализа

A circular icon of a globe showing the Earth, positioned in the upper left corner of the slide.

# Основным требованием к выбираемому методу является

его применимость в широком интервале концентраций элементов (веществ), включающих как следовые количества в незагрязненных объектах фоновых районов, так и высокие значения концентраций в районах техногенного воздействия.

# Структура контактных методов наблюдения и контроля за состоянием природной среды



## Контактные методы экологического мониторинга



*Фотометрический метод* основан на сравнении оптических плотностей исследуемой и контрольной жидкостей. Фотометрический метод базируется на законе Бугера-Ламберта-Бера:

$$D = a b c,$$

где  $D$  – оптическая плотность раствора,  $a$  – коэффициент поглощения при определенной длине волны,  $b$  – толщина кюветы,  $c$  – концентрация исследуемого элемента (вещества). При постоянных значениях  $a$  и  $b$  зависимость между оптической плотностью раствора и концентрацией загрязнителя должна быть линейной.

## Контактные методы экологического мониторинга



К разновидностям фотометрического метода анализа относятся фотоколориметрический (визуальная фотоколориметрия, фотоэлектроколориметрия) и спектрофотометрические фотоколориметрические методы используют для проведения анализа полихроматический свет.

Для *визуальной фотоколориметрии* используют приборы визуального сравнения: пробирки, ручные колориметры, визуальные фотометры; для *фотоэлектроколориметрии* – фотоэлектрические фотометры, которые являются двухлучевыми приборами с двумя фотоэлементами.

# Контактные методы экологического мониторинга



*Спектрофотометрические методы* анализа основаны на тех же принципах, что и фотоколориметрические, но в спектрофотометре используется поглощение монохроматического света.

Частными случаями использования спектрофотометрии являются *турбидиметрический* (для определения количества веществ, находящихся во взвешенном состоянии, посредством измерения интенсивности прохождения света) и *нефелометрический* методы анализа (для определения интенсивности рассеивания света в контролируемом растворе пробы). Для турбидиметрического метода анализа используются спектрофотометры различных типов с синим светофильтром, а также специальные приборы мутномеры. Рассматриваемый метод пригоден для измерения концентраций порядка несколько частей на миллион. Нефелометрический метод анализа более чувствителен для сильно разбавленных суспензий и при благоприятных условиях может дать точность, сравнимую с точностью других колориметрических методов.

## Контактные методы экологического мониторинга



В основе *спектрофотометрии* (*спектрально-эмиссионного метода*) лежит излучение световой энергии атомами, ионами, реже молекулами. Излучаемые молекулами, атомами, ионами эмиссионные линейчатые спектры не зависят от вида химических соединений, из которых состоит исследуемое вещество. Поэтому этот вид анализа применяется для элементарного состава проб воды и почвы. Метод является универсальным, высокочувствительным, экспрессным и точным, кроме того, он позволяет одновременно анализировать до 30 элементов в одной пробе.

## Контактные методы экологического мониторинга



*Атомно-абсорбционный спектральный анализ* основан на использовании способности свободных атомов элементов селективно поглощать резонансное излучение определенной для каждого элемента длины волны. Метод универсален, прост, высокопроизводителен. Используется для определения более 30- элементов. Является арбитражным.

## Контактные методы экологического мониторинга



Использование *люминисцентного* (*флуориметрического*) метода для аналитических целей связано с появлением сильной флуоресценции у некоторых веществ (нефтепродуктов, фенолов и др.) при воздействии на них ультрафиолетовым излучением. Приборы, использующие принцип люминисцентного анализа называются спектрофлюориметрами.

## Контактные методы экологического мониторинга



*Газохроматографический метод* основан на селективном разделении соединений между двумя несмешивающимися фазами одна из которых неподвижна (жидкость или твердое тело), а другая – подвижна (инертный газ – носитель). Рассматриваемый метод позволяет определять ничтожно малые количества веществ, не обладающих специфическими реакциями, анализировать смеси, состоящие из десятков и сотен компонентов с близкими свойствами.

## Контактные методы экологического мониторинга



*Электрохимические методы* анализа используют зависимость различных электрических свойств среды от количественного и качественного состава исследуемого вещества. К рассматриваемым методам анализа относятся потенциометрический, полярографический, кондуктометрический, ионометрический.

## Контактные методы экологического мониторинга



- ***Потенциометрический метод*** основан на изменении потенциала электрода в зависимости от физико-химических процессов, протекающих в веществе.
- ***Полярографический метод*** использует принцип восстановления анализируемого соединения на ртутном капающем электроде и используется, как правило, при анализе следовых количеств веществ, находящихся в разных агрегатных состояниях.

## Контактные методы экологического мониторинга



- **Кондуктометрический метод** основан на зависимости электропроводности и диэлектрической проницаемости вещества от концентрации и природы её компонентов. Приборы, основанные на кондуктометрическом методе анализа называются кондуктометрами или солеметрами .
- **Ионометрический метод** основан на реакции ионоселективных электродов, обратимых к большому числу катионов и анионов. В настоящее время применяются иономеры .

## Контактные методы экологического мониторинга



- **Масс-спектрометрический метод** заключается в ионизации газообразной пробы электронной бомбардировкой, после чего образующиеся ионы подвергаются воздействию магнитного поля. В зависимости от массы и заряда ионы отклоняются с различной скоростью и соответствующим образом разделяются.
- **Рентгено-спектральный анализ** основан на получении спектров различных элементов и веществ под воздействием рентгеновского излучения.

# *Этапы исследования проб*



1. отбор проб,
2. консервация и хранение,
3. дозирование пробы для целей анализа,
4. анализ пробы на различные  
компоненты,
5. обработка и выдача результатов.

## Неконтактные методы экологического мониторинга



Контактные методы наблюдений и контроля за состоянием природной среды дополняются **неконтактными**, основанными на использовании двух свойств зондирующих полей (электромагнитных, акустических, гравитационных) осуществлять взаимодействия с контролируемым объектом и переносить полученную информацию к датчику. Зондирующие поля обладают широким набором информативных признаков и разнообразием эффектов взаимодействия с веществом объекта контроля.

# Неконтактные методы экологического мониторинга



Принципы функционирования средств неконтактного контроля условно подразделяют на:

- **пассивные**, когда осуществляется прием зондирующего поля, исходящего от самого объекта контроля;
- **активные**, когда производится прием отраженных, прошедших или переизлученных зондирующих полей, созданных источником

## Неконтактные методы экологического мониторинга



Неконтактный контроль атмосферы осуществляется с помощью *радиоакустических* и *лидарных* методов. Вначале радиоволны были использованы для анализа состояния ионосферы (по отражению и преломлению волн), затем сантиметровые волны применимы для исследования осадков, облаков, турбулентности атмосферы

## Неконтактные методы экологического мониторинга



Область использования *радиоакустических методов* ограничена сравнительно локальными объемами воздушной среды (порядка 1-2 км в радиусе) и допускает их функционирование в наземных условиях и по борту аэроносителей.

Одной из причин появления отраженного акустического сигнала являются мелкомасштабные температурные неоднородности, что позволяет контролировать температурные изменения, профили скорости ветра, верхнюю границу тумана.

# Неконтактные методы экологического мониторинга



**Принцип лидарного (лазерного) зондирования** заключается в том, что при своем распространении лазерный луч рассеивается молекулами, частицами, неоднородностями воздуха, поглощается, изменяет свою частоту, форму импульса, в результате чего возникает флюоресценция, которая позволяет качественно или количественно судить о таких параметрах воздушной среды как *давление, плотность, температура, влажность, концентрация газов, аэрозолей, параметры ветра*. Преимущество лидарного зондирования заключается в **монохроматичности** (одноцветность), **когерентности** (согласованности нескольких колебательных или волновых процессов во времени, проявляющаяся при их сложении) и возможности изменять спектр, что позволяет избирательно контролировать отдельные параметры воздушной среды. Главный недостаток – ограниченность потолка зондирования атмосферы с Земли влиянием облаков.

## Неконтактные методы экологического мониторинга



*Основными методами неконтактного контроля природных вод являются радиояркостной, радиолокационный, флюоресцентный.*

- **Радиояркостной метод** использует диапазон зондирующих волн от видимого до метрового для одновременного контроля волнения, температуры и солености.
- **Радиолокационный (активный)** метод заключается в приеме и обработке (амплитудной, энергетической, частотной, фазовой, поляризационной, пространственно-временной) сигнала, отраженного от взволнованной поверхности

## Неконтактные методы экологического мониторинга



- Для дистанционного контроля параметров нефтяного загрязненной водной среды (площадь покрытия, толщина, примерный химический состав) используется *лазерный отражательный, лазерный флюоресцентный, фотографирование в поляризованном свете.*
- **Флюоресцентный метод** основан на поглощении оптических волн нефтью и отличии спектров свечения легких и тяжелых фракций нефти. Оптимальный выбор длины возбуждающей волны позволяет по амплитуде и форме спектров флюоресценции идентифицировать типы нефтепродуктов.