

Методы мониторинга

Ануфриева Е.И., доцент кафедры БЖД

-
- **Мониторинг** охватывает весь широкий спектр анализа наблюдений за меняющейся абиотической составляющей биосферы и ответной реакцией экосистем на эти изменения, включая как геофизические, так и биологические аспекты, что определяет широкий спектр методов и приемов исследований, используемых при его осуществлении.

- В зависимости от **точности результатов**, которые необходимо получить при проведении мониторинга по тому или иному компоненту, явлению, процессу, от **среды** в которой проходят исследования, доступных **финансовых и других средств**, используют различные **методы мониторинга.**

Методы мониторинга

Методы мониторинга подразделяются на

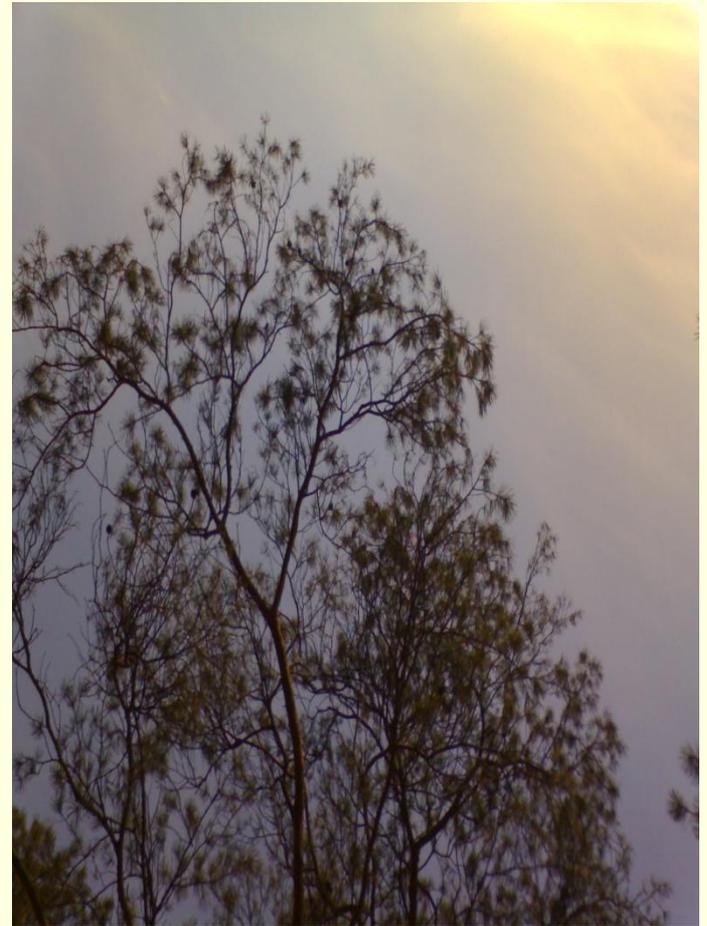
- **контактные,**
- **неконтактные (дистанционные),**
- **биологические**

Контролируемые показатели – на

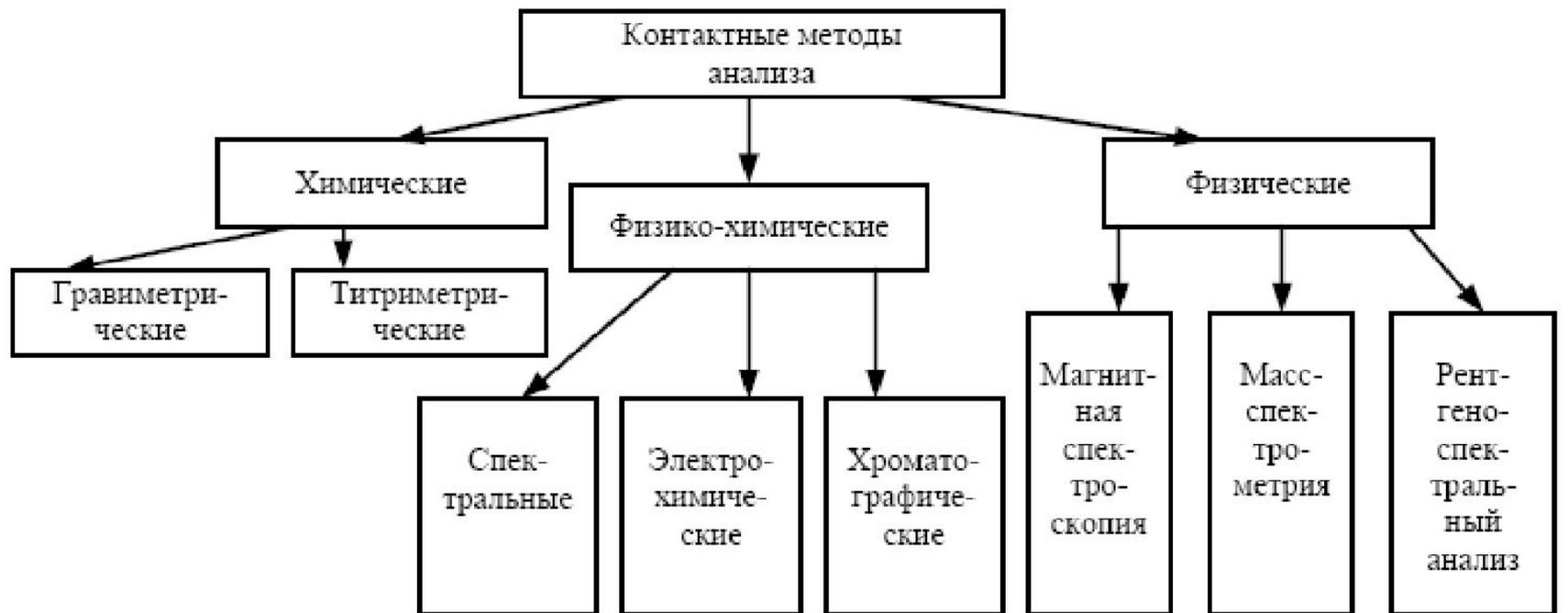
- **функциональные** (продуктивность, оценка круговорота веществ и др.) и
- **структурные** (абсолютные или относительные значения физических, химических или биологических параметров – концентрация загрязняющего вещества, коэффициент суммарного загрязнения и др.).

Контактные методы мониторинга

- Физические;
- Химические;
- Физико-химические;



Структура контактных методов мониторинга



Химические методы анализа

- **Качественные методы**, позволяющие определить, какое вещество находится в испытуемой пробе.
- **Количественные методы**, позволяющие определить, какое количество вещества находится в испытуемой пробе.

Гравиметрические методы

-
- Суть состоит в определении массы и процентного содержания какого-либо элемента, иона или химического соединения, находящегося в испытуемой пробе.

Титриметрические(объемные) методы

- В этом виде анализа взвешивание заменяется измерением объемов, как определяемого вещества, так и реагента, используемого при данном определении.

■ Колориметрические методы.

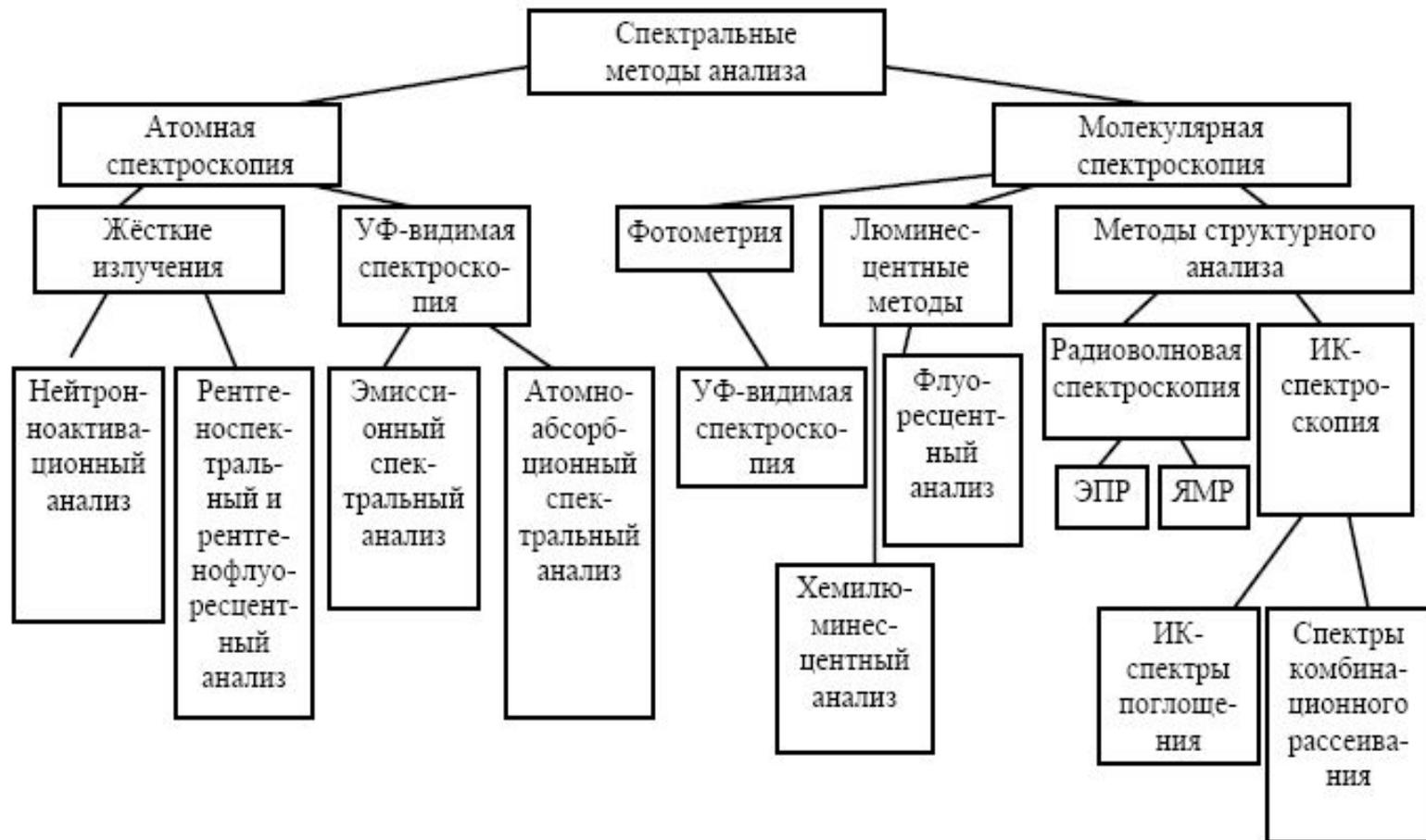
- Основаны на изменении оттенков цвета исследуемого раствора в зависимости от концентрации.

Физико-химические методы анализа.

- **Спектральные;**
- **Электрохимические;**
- **Хроматографические.**



Спектральные методы анализа загрязняющих веществ



Спектральные методы анализа.

- Спектроскопические методы представляют наиболее широкую группу, *поскольку* охватывают огромный диапазон длин волн электромагнитных излучений.
- Основаны как на поглощении излучения анализируемым веществом, так и на регистрации его излучения.

-
- На базе наиболее жестких излучений основаны методы
 - **нейтронно-активационного анализа,**
 - **γ -резонансной спектроскопии,**
 - **рентгеноспектрального и**
 - **рентгенофлуоресцентного анализа.**

- **Эмиссионный спектральный анализ**
основан на регистрации спектра испускания света веществом, находящимся в состоянии плазмы (атомного "пара").
- **Атомно-абсорбционный метод** по технике эксперимента и аппаратурному оформлению близок к эмиссионно-спектральному с той разницей, что здесь кванты поглощаются, а не испускаются.
- **Фотометрическим методом** измеряют поглощение видимого света (400—800 нм) анализируемым веществом.

- **Флуоресцентный метод** основан на электронном возбуждении молекул при поглощении УФ-света и последующем испускании квантов света (через 10^{-8} — 10^{-9} с).
- **Хемилюминесцентные методы** анализа отличаются высокой чувствительностью и обычно представляют собой разновидность каталитических методов анализа, когда продукт реакции обладает хемилюминесцентными свойствами.
- **Метод ИК-спектроскопии.** Решение структурно-химических задач основано на существовании характеристических частот колебаний отдельных группировок атомов.

■ **Метод спектроскопии комбинационного рассеяния (КР)**

- Суть метода КР заключается в том, что если свет от монохроматического источника (ртутная лампа, лазер) рассеивается молекулами вещества, то в спектре рассеянного света можно обнаружить наряду с частотой падающего света (рэлеевское рассеяние) и измененные, комбинационные частоты.

- **Метод ЭПР (электронного парамагнитного резонанса)и метод ЯМР (ядерного магнитного резонанса)**

- заключаются в индуцировании электронных и ядерных переходов из нижнего энергетического состояния в верхнее, что достигается с помощью дополнительного переменного поля, расположенного перпендикулярно постоянному магнитному полю.

Электрохимические методы анализа загрязняющих веществ



Электрохимические методы анализа

Основаны на использовании **зависимости электрических параметров** электролитической ячейки(состоящей из контактирующих между собой электродов и электролитов) **от концентрации, природы и структуры веществ,** участвующих в электродной реакции или в электрохимическом переносе заряда между электродами.

-
- **Кондуктометрические методы** основаны на взаимосвязи между проводимостью раствора и концентрацией ионов в растворе.
 - **Потенциометрические методы** основаны на изменении потенциала электрода в зависимости от физико-химических процессов, протекающих в растворе.

Вольтамперометрические методы анализа

основаны на исследовании зависимости **тока поляризации от напряжения**, прикладываемого к электрохимической ячейке, когда эл. потенциал рабочего электрода значительно отличается от равновесного значения и интерпретации вольт-амперных кривых, отражающих зависимость силы тока от приложенного напряжения.

По разнообразию методов вольтамперометрия — самая многочисленная группа из всех электрохимических методов анализа По разнообразию методов вольтамперометрия — самая многочисленная группа из всех электрохимических методов анализа, широко используемая для определения веществ в растворах По разнообразию методов вольтамперометрия — самая многочисленная группа из всех электрохимических методов анализа, широко используемая для определения веществ в растворах и расплавах По разнообразию методов вольтамперометрия — самая многочисленная группа из всех электрохимических методов анализа, широко используемая для определения веществ

Кулонометрические методы основаны на измерении количества электричества, затрачиваемого на электрохимическую реакцию.

Хроматографические методы анализа загрязняющих веществ



Хроматографические методы

- **Хроматография** (от греч. chroma, chromatosis - цвет, краска), физико-химический метод разделения и анализа смесей, основанный на распределении их компонентов между двумя фазами - неподвижной и подвижной (элюент), протекающей через неподвижную.
- Хроматографический анализ является критерием однородности вещества: если каким-либо хроматографическим способом анализируемое вещество не разделилось, то его считают однородным (без примесей).

Хроматографические методы основаны на сорбционных процессах — поглощении газов, паров или растворенных веществ твердым или жидким сорбентом.

Разделение сложных смесей хроматографическим способом основано на различной сорбируемости компонентов смеси.

Наиболее часто в анализе объектов окружающей среды используется газожидкостная и высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) .

В **газожидкостной хроматографии** подвижной фазой является газ или пар, а неподвижной служит слой жидкости, нанесенный на инертный твердый носитель

Физические методы анализа

- **Магнитная спектроскопия**
- **ЯМР-спектроскопия** — исследование химических объектов с помощью ядерного магнитного резонанса
- **Ядерный магнитный резонанс** — резонансное поглощение электромагнитного излучения в радиочастотной области веществом с ненулевым спином ядра атома, находящимся во внешнем магнитном поле.
- Примерами ядер, у которых наблюдается резонанс, являются ^1H , ^{13}C , ^{15}N , ^{19}F , ^{29}Si , ^{31}P и др.

Масс-спектрометрия

- Метод исследования вещества, основанный на определении отношения массы к заряду ионов, образующихся при ионизации компонентов пробы.
- Один из мощнейших способов качественной идентификации веществ, допускающий также и количественное определение.
- Можно сказать, что масс-спектрометрия — это «взвешивание» молекул, находящихся в пробе.

Экспресс-методы

- Инструментальные методы, позволяющие определить загрязнения за короткий период времени.
- Широко применяются для определения радиационного фона, в системе мониторинга воздушной и водной среды.

ИНДИКАТОРНЫЕ ТРУБКИ для контроля загрязнения воздуха



- **Индикаторные трубки (ТИ)** широко используются для количественного экспресс - контроля загрязненности воздуха и промышленных выбросов.
- *Индикаторные трубки* являются одноразовыми средствами измерений и представляют собой герметичную стеклянную трубку, заполненную твёрдым носителем, обработанным активным реагентом.
- В качестве носителей реактивов применяют различные порошкообразные материалы: *силикагель, оксид алюминия, фарфор, стекло, хроматографические носители* (динохром, полихром, силохром) и др.

- Помимо индикаторных трубок созданы переносные лаборатории, которые снабжены простейшими экспертными средствами контроля воздуха, быстродействующими индикаторными элементами (на аммиак, диоксид серы, сероводород, хлор), а также безоперационными экспресс тестами на диоксид азота, пары ртути, аммиак, работающие в как индикаторы химических дозиметров.

Неконтактные (дистанционные) методы мониторинга

■ **Аэрокосмический мониторинг**

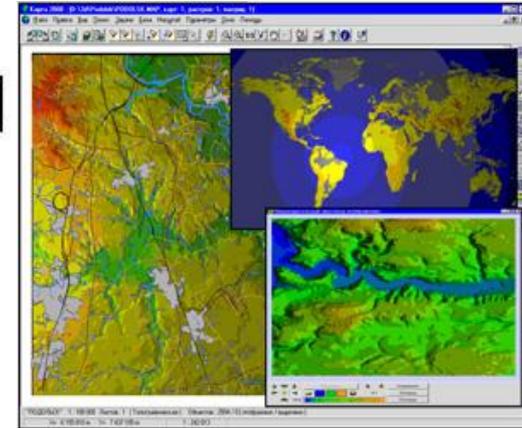


Основаны на анализе спектральных характеристик собственного и отраженного излучений материковых покровов, акваторий, атмосферы и облачности.

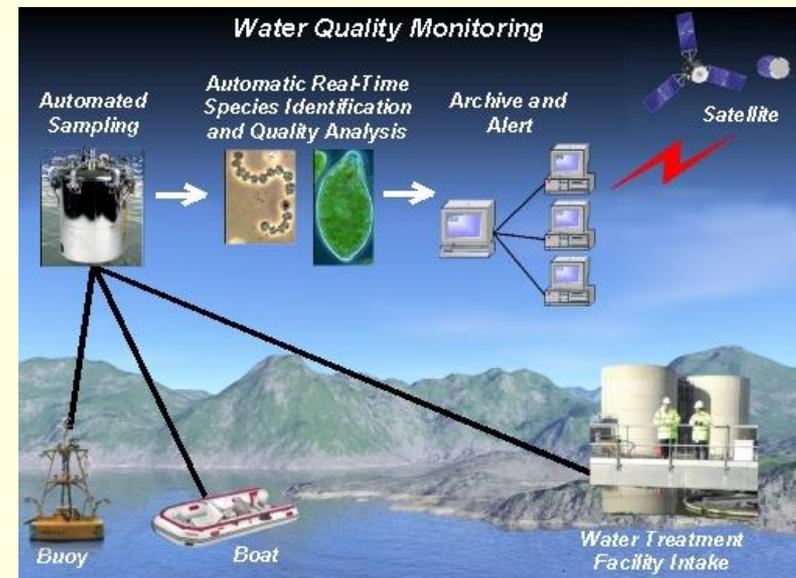
Дистанционное (аэрокосмическое) зондирование.



Принципиальная схема аэрокосмических исследований, показывающая основные технологические этапы и конечную цель



Наблюдение со спутников при помощи оптической аппаратуры позволяет выявлять зоны активного воздействия на окружающую среду, включая загрязнение атмосферы и воздействие на растительный покров.



Дистанционное зондирование

Под **дистанционным зондированием** понимают фиксацию состояния объектов земной поверхности с различных аппаратов (самолетов, вертолетов, спутников) с применением визуальных и инструментальных средств (фотографическими системами, сканерами, локаторами, лазерными средствами и др.)

Международная аэрокосмическая система мониторинга глобальных геофизических явлений и прогнозирования природных и техногенных катастроф (МАКСИ)



НАЗЕМНЫЙ СЕГМЕНТ



Основные задачи создания МАКСИ:

- • **наблюдение поверхности Земли, атмосферы и ионосферы** с использованием аппаратуры видимого и теплового диапазонов, низко- и высокочастотных волновых комплексов, плазменных комплексов, комплексов мониторинга энергетических частиц, магнитометров, масс-анализаторов, спектрометров;
- • **сбор получаемой информации** на борту и её регистрация;
- • **передача получаемых данных мониторинга на наземные станции** приема;
- • **первичная обработка данных космической информации на наземных станциях**, прием и передача данных мониторинга в глобальные (международные) и национальные центры управления в кризисных ситуациях;
- • **сбор, обработка данных мониторинга для решения задач глобального оперативного и краткосрочного прогноза** стихийных бедствий, а также ее хранение и отображение в международных центрах управления в кризисных ситуациях;



- **оперативное доведение необходимой информации** до государственных органов управления стран-участников проекта в интересах снижения опасности и негативных последствий для населения и экономического потенциала стран мира от стихийных бедствий и техногенных катастроф;
- • **обеспечение потребителей навигационной информацией**, получаемой космическими навигационными системами, в интересах решения широкого круга социально-экономических задач, в том числе информационное и
- • **дистанционное обучение специалистов по мониторингу** и прогнозу стихийных бедствий, а также в других областях науки и техники, с использованием передовых космических и информационных технологий.

Биологические методы мониторинга

Биологические методы: **биоиндикация** и **биодиагностика**.

Биоиндикация — метод, который позволяет судить о состоянии окружающей среды по факту встречи, отсутствия, особенностям развития организмов-биоиндикаторов.

Один из наиболее чувствительных методов оценки различных антропогенных воздействий на природную среду и их экологических последствий.

-
- **Биоиндикаторы** — организмы, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания.
 - Условия, определяемые с помощью биоиндикаторов, называются объектами биоиндикации.

- Объединение в единую систему методик биоиндикации позволяет реализовать **биодиагностику**.

- Ее целью является выявление обусловленных техногенными факторами реакций тест-систем.
- При этом биодиагностика может быть:
 - ретроспективной;
 - оперативной;
 - перспективной.



Общая схема мониторинга включает этапы:

- 1) отбор пробы;
- 2) обработка пробы с целью консервации измеряемого параметра и её транспортировка;
- 3) хранение и подготовка пробы к анализу;
- 4) измерение контролируемого параметра;
- 5) обработка и хранение результатов.

Особенности пробоотбора

- Пробоотбор зачастую предопределяет результаты анализа, так как возможно загрязнение пробы в процессе её отбора, особенно когда речь идёт об измерении ничтожно малых количеств загрязняющего вещества.
- Здесь важен и выбор места и средства отбора, и чистота пробоотборников и тары для хранения пробы.