

# 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.).

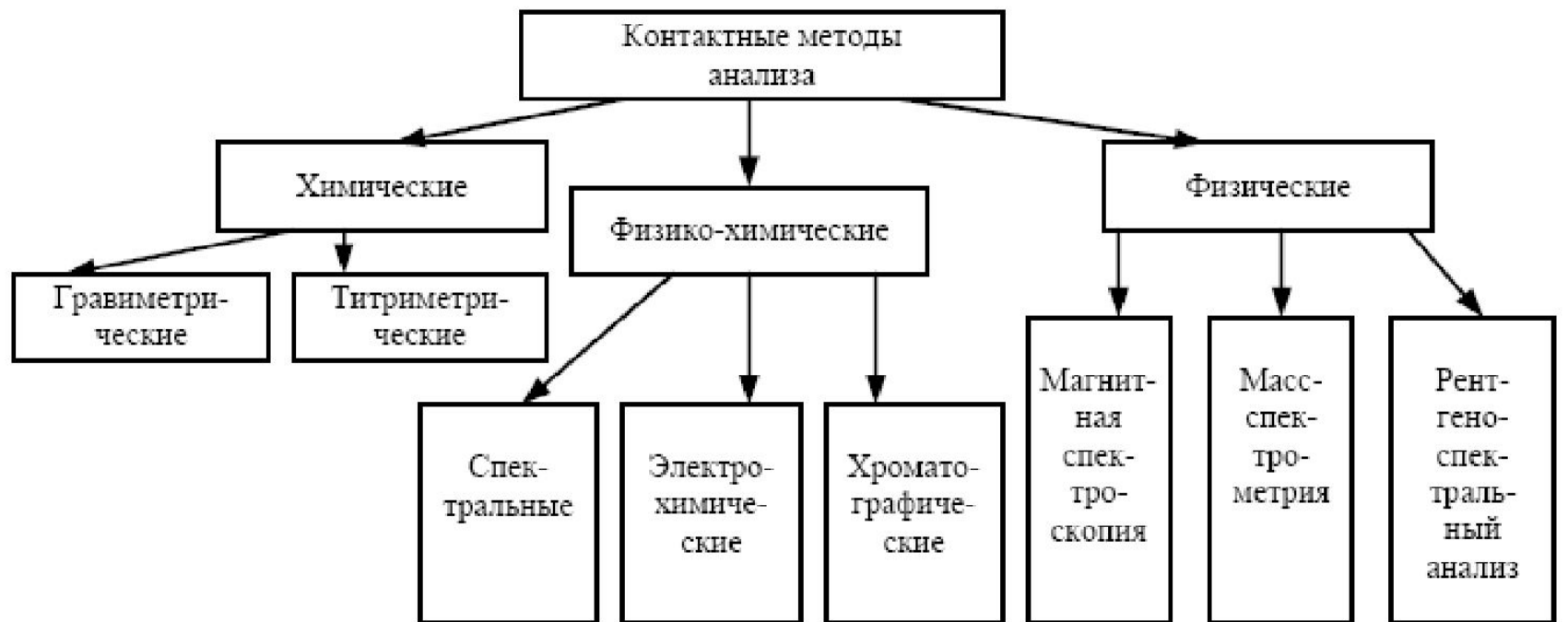
# Контактные методы мониторинга

---

- 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.

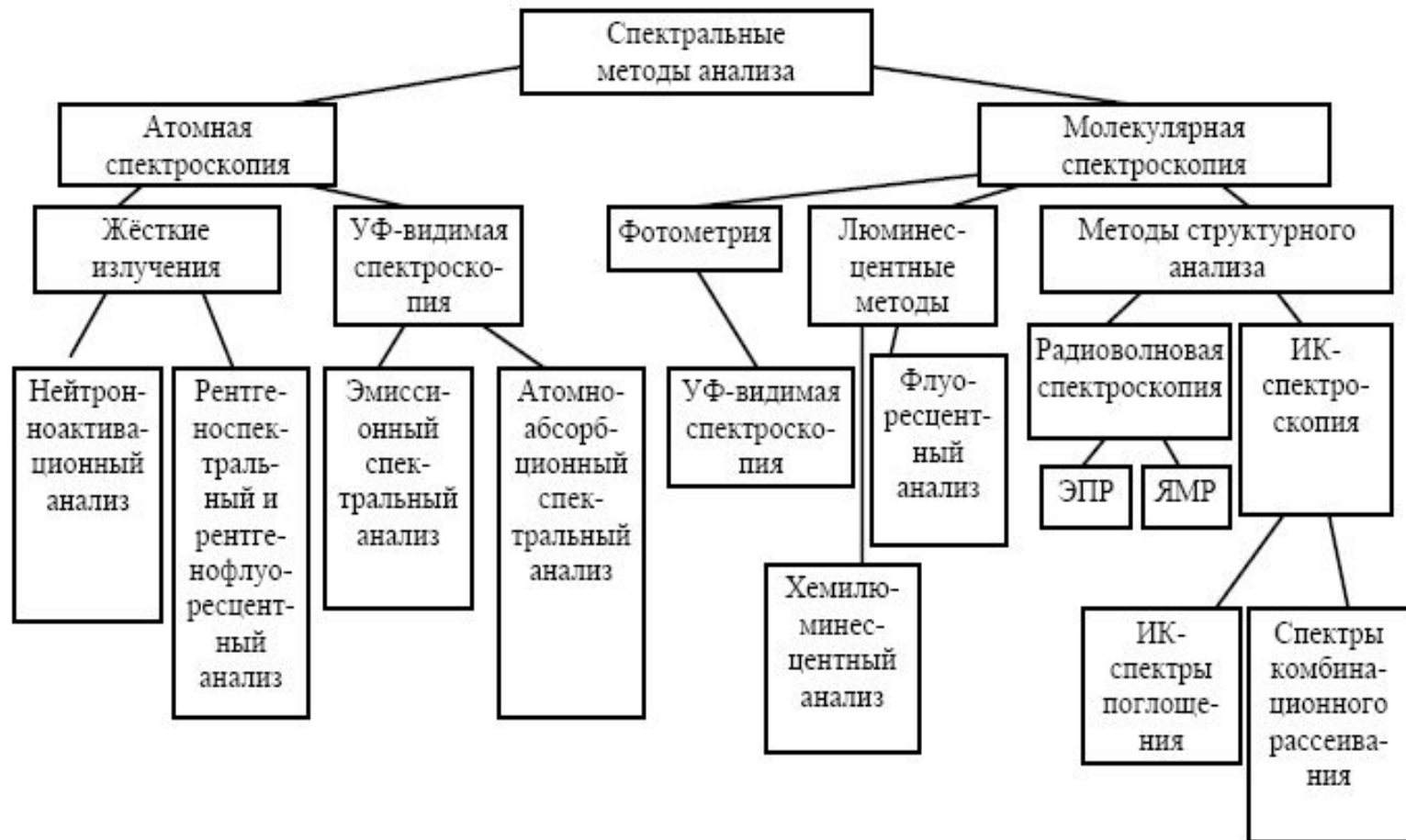
# Физико-химические методы анализа.

---

- **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,**
  - **$\gamma$ -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, chromatós - 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  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{29}\text{Si}$ ,  $^{31}\text{P}$  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

---



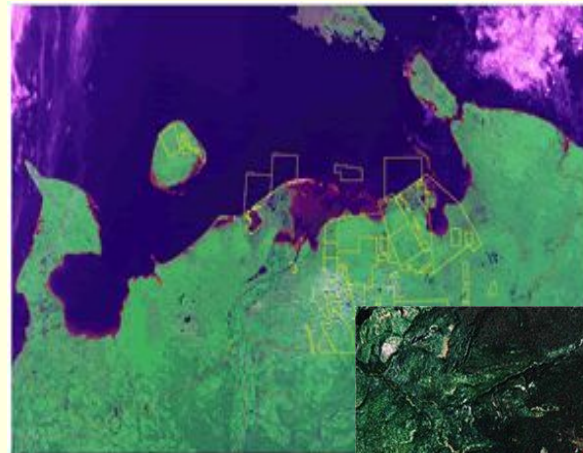
- **Индикаторные трубки (ТИ)** широко используются для количественного экспресс - контроля загрязненности воздуха и промышленных выбросов.
- *Индикаторные трубки* являются одноразовыми средствами измерений и представляют собой герметичную стеклянную трубку, заполненную твёрдым носителем, обработанным 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.



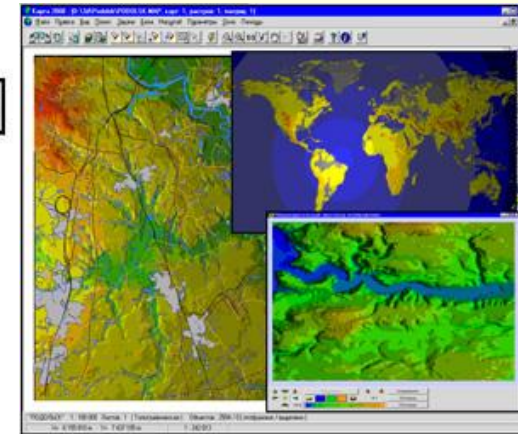
# Неконтактные (дистанционные) методы мониторинга

## ■ **Аэрокосмический мониторинг**

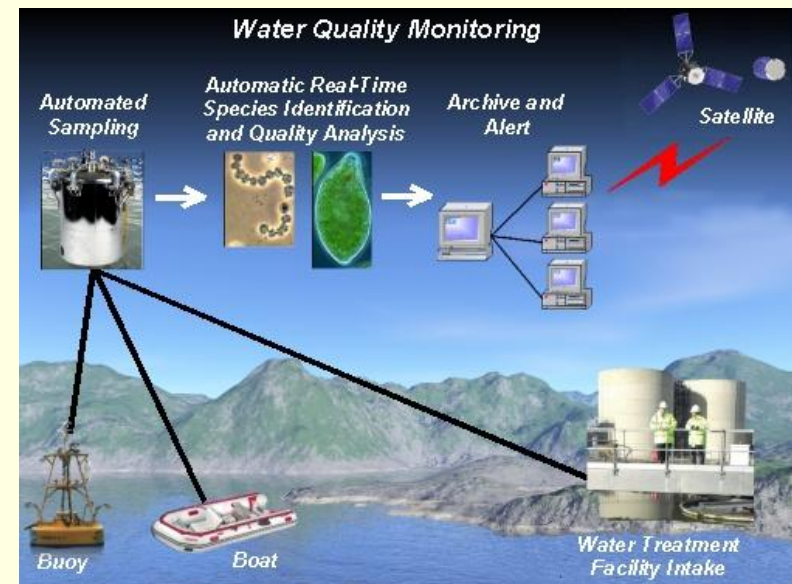


Основаны на анализе спектральных характеристик собственного и отраженного излучений материковых покровов, акваторий, атмосферы и облачности.

# Дистанционное (аэрокосмическое) зондирование.



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.