

# Лекция 2

# План лекции

1. Цель Программы мониторинга
2. Закладка постов наблюдения
3. Методы экологического мониторинга
4. Отбор проб и пробоподготовка
5. Анализ и общение результатов исследования
6. Общая схема системы мониторинга



# Цель Программы мониторинга

**Предварительное изучение ситуации** позволяет:

1. с помощью измерений установить основные источники загрязнений;
2. выделить основные **формы давления** на ландшафтные природные, агро- и урбосистемы (выбросы, сбросы, твердые отходы, трансграничные переносы);
3. разработать четкую **Программу мониторинга** с выделением основной цели и определением важнейших задач для её выполнения.

**На первом этапе организации мониторинга**

выделяется:

1. долгосрочная **цель** Программы мониторинга,
2. промежуточные **задачи** для её достижения.

**Основная цель мониторинга** – это сбор объективной информации, которая бы не страдала какой-либо неопределенностью или явными недостатками.

Основная цель **Программы мониторинга** направлена на получение информации, связанной с **конкретной** проблемой и условиями **конкретного** региона.

Такая информация обязательно доводится до сведения администраций предприятий и государственных органов с **целью принятия ими мер, направленных на улучшение экологической ситуации.**

Под **задачами экологического мониторинга** понимаются конкретные действия или этапы на пути достижения поставленной цели, в рамках которой не выдвигаются задачи, не имеющие к ней прямого отношения.

1. На основе поставленной цели необходимо предварительно определить **полигоны мониторинга** и выделить **изучаемые объекты**, на которые оказывают влияние антропогенные и природные факторы.
2. В большинстве случаев ограниченные ресурсы жестко диктуют необходимость **сокращать Программу измерений**, но всегда **сохранять качество** получаемого материала.  
*Например*, если проблему представляет состояние окружающей среды **в загрязненном городском районе**, то определение приоритетов следует начать с выбора компонента природной среды для последующего мониторинга – **атмосферы, воды, почвы** и т.д.
3. Выделяют **основные параметры оценки**.

# Предварительный анализ ситуации

- Перед формированием долгосрочной программы мониторинга целесообразно провести предварительные **рекогносцировочные исследования**.
- На этом этапе проводится **сбор** всей имеющейся информации по интересующей проблеме и её анализ.
- Основным приемом является **картирование источников воздействия** и составление их предварительных характеристик по литературным сведениям.
- Отсутствие какой-либо связи между типом загрязнения и характером возможных его источников может служить признаком:
  - **регионального переноса**,
  - **специфических свойств** подземного водного горизонта,
  - наличия **неустановленных** источников загрязнений.

# Рекогносцировочные исследования

- Для водных объектов удобно устанавливать **маркерные характеристики**, дающие представление об общем характере загрязнения, не осуществляя полной программы измерений.
- *Например*, избыточное содержание **общего фосфора и аммония** служит одним из основных показателей **бытового и сельскохозяйственного загрязнения** природных систем.
- **Загрязнения поверхностных вод** может являться показателем сброса минерализованных вод, использованных в **технологических процессах** (в системе охлаждения, в рисовом хозяйстве ).

# Рекогносцировочные исследования

- **Донные отложения** являются перспективным объектом анализа, отражающим многолетнюю картину загрязнения.
- Донные отложения способствуют, с одной стороны, **самоочищению водной среды**, но одновременно представляют собой заметный источник **вторичного загрязнения водоема**. Они накапливают тяжелые металлы и высокотоксичные органические вещества.
- **Атмосферные осадки** (дождевые и снеговые) содержат присутствующие в воздухе растворенные примеси. Концентрацию примесей в осадках можно считать **естественным показателем загрязнения атмосферы**.

- Важным учетным показателем является **температурный режим**, варьирующий под влиянием как естественных, так и антропогенных факторов (*например*, сброс в водные системы нагретых вод электростанций).
- **Повышение температуры воды:**
  - усиливает потребность зоопланктона в пище,
  - понижает способность к воспроизводству рыб и других организмов
  - усиливает токсичность пестицидов,
  - ускоряет накопление ртути,
  - уменьшает содержание растворенного кислорода,
  - ускоряет процесс **эвтрофикации** водоема (увеличение массы фитопланктона, «цветение воды», снижение прозрачности воды, гибель придонных растений и рыб) и т.д.

- **Итогом предварительного анализа** состояния ситуации является определение **объектов мониторинга и оцениваемых показателей**.
- Полученные сведения, позволяют до проведения полномасштабных измерений:
  - составить обоснованную **Программу мониторинга** для первого года исследований,
  - **привлечь внимание** к изучаемой проблеме предприятия-загрязнителя и государственные органы.
- Предварительный анализ ситуации и грамотно составленная Программа мониторинга позволяют современными методами и в короткие сроки **выявлять наиболее острые проблемы загрязнения окружающей среды** и снизить их негативное влияние на функционирование экосистем.

# Закладка постов наблюдения

- **Экологический мониторинг** немыслим без организации постоянно действующей и жестко фиксированной на местности сети опорных **ПОЛИГОНОВ И ПОСТОВ НАБЛЮДЕНИЙ**, на которых организуется стандартный блок комплексных исследований по определенной программе с целью:
  - **установления влияния загрязнений** и других антропогенных нарушений на экосистемы растений и животных;
  - выделения территорий, где антропогенное воздействие **превышает способность систем сопротивляться**.
- Выбранные **полигоны** представляют тот минимум, который должен обеспечить достоверную информацию о происходящих изменениях.

- При выборе **постов наблюдения Мониторинга** придерживаются следующих критериев:
  - площади наблюдений должны быть **отмечены метками** (квадраты, прямоугольники и т.д.);
  - участки должны быть легко локализованы при наблюдении в **последующие годы**;
  - участки должны соответствовать **средним характеристикам** земельных угодий: по содержанию гумуса и рН, по водно-минеральному составу,
  - видовой состав сорняков в агроландшафте должен быть **представительным** для основной территории.
- Пункты наблюдения размещают **блоками (кластерами)**.
- По каждой почвенной группе закладывают 3–4 **блока (кластера)**.

- **Локализация мест Мониторинга** наносится на карту-схему территории с указанием: **типа почвы, рельефа, удаленности от источника воды** (река, пруд и др.), **источника загрязнения** (завод, ферма и др.) и т.д.
- Изучение и описание выбранного участка начинается с **общего экологического картирования**, включающего:
  - 1) вычерчивание плана местности;
  - 2) вычерчивание **профиля местообитания** с естественным или антропогенным сообществом растений и животных с изучении их видового и популяционного состава.

В результате **экологического картирования**:

- устанавливаются различные **связи** между популяциями,
- изучаются климатические, почвенные и др. **факторы**, влияющие на численность и динамику организмов в трофических цепях.

- Особый интерес представляют **модельные системы**: популяции, экосистемы (*например*, биосферный заповедник).
- При осуществлении мониторинга такие исследования позволяют получать **интегральные показатели**:
  - **сбалансированность** биологической продуктивности (отношение первичной продукции ко вторичной),
  - **скорость образования биологической продукции** (отношение продуктивности к общей биомассе),
  - **интенсивность круговорота биогенов** и т.д.
- Однако многие требования системного мониторинга на практике **не всегда выполняются**. Не всегда достигается **цель мониторинга** даже при выполнении всей программы.

- Обязательными **элементами организации мониторинга** являются:
  - размещение сети наблюдательных **полигонов** на территории края,
  - организация **лаборатории** оперативного контроля качества среды,
  - организация системы сбора, хранения, обработки и обобщения **информации** на региональном уровне.
- Основу мониторинга составляют **фенологические, биологические, физические и химические** наблюдения и измерения.
- Для каждого полигона собирают сведения: **сила и направление ветра, температура и влажности воздуха, радиационный баланс, осадки;**
- Для **химического анализа** отбираются почвенные, водные пробы и образцы растений и животных.

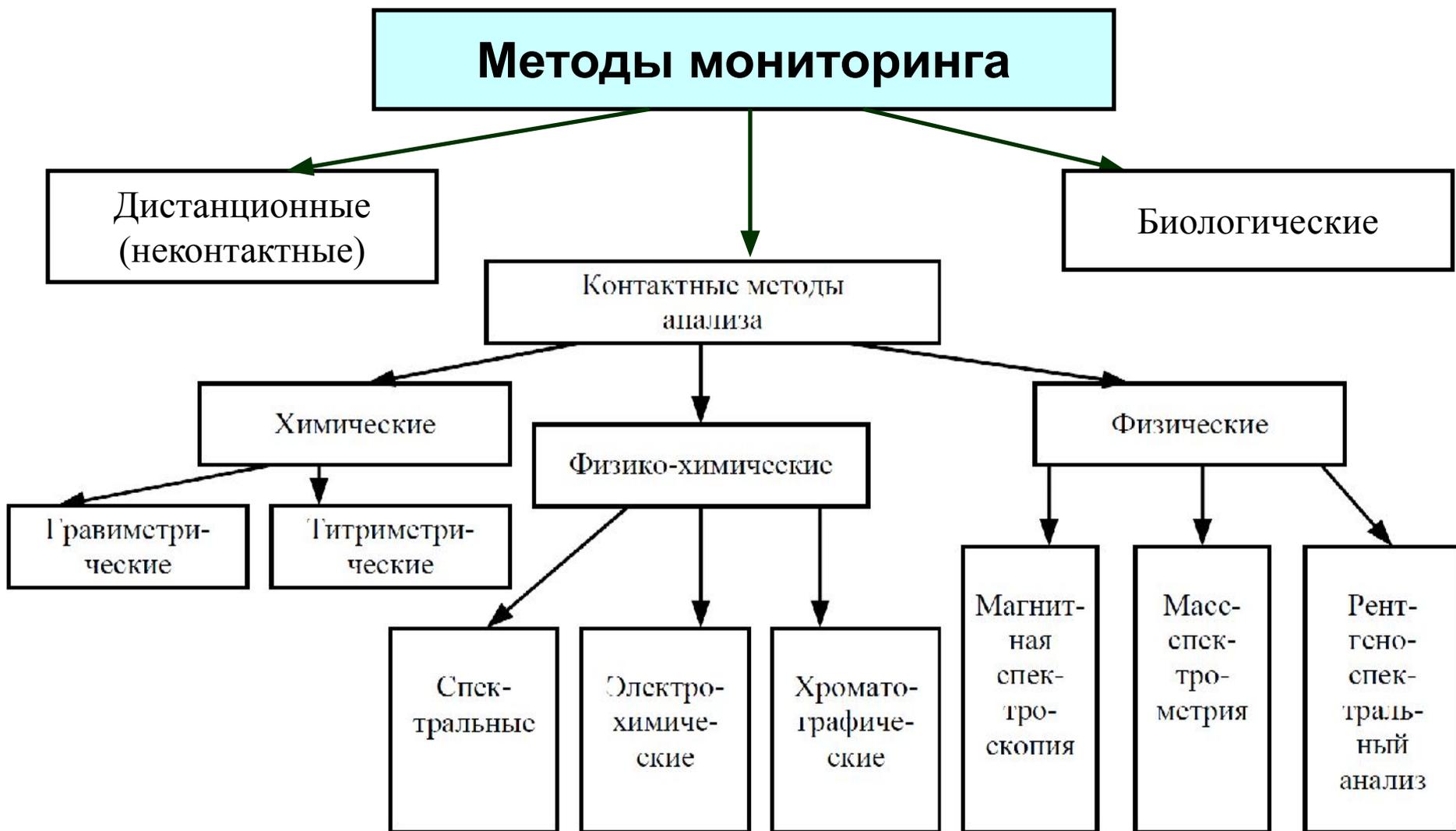
- Обязательными **элементами мониторинга** являются:
  - **таксономический состав** растений, животных, а также экологических групп микроорганизмов;
  - накопление тяжелых металлов и других **токсических веществ** в почве, воде, растениях и животных;
  - содержание **органического вещества** в почвах;
  - **продуктивность и энергоемкость** экосистем.

### **Интегральные параметры** экологического мониторинга:

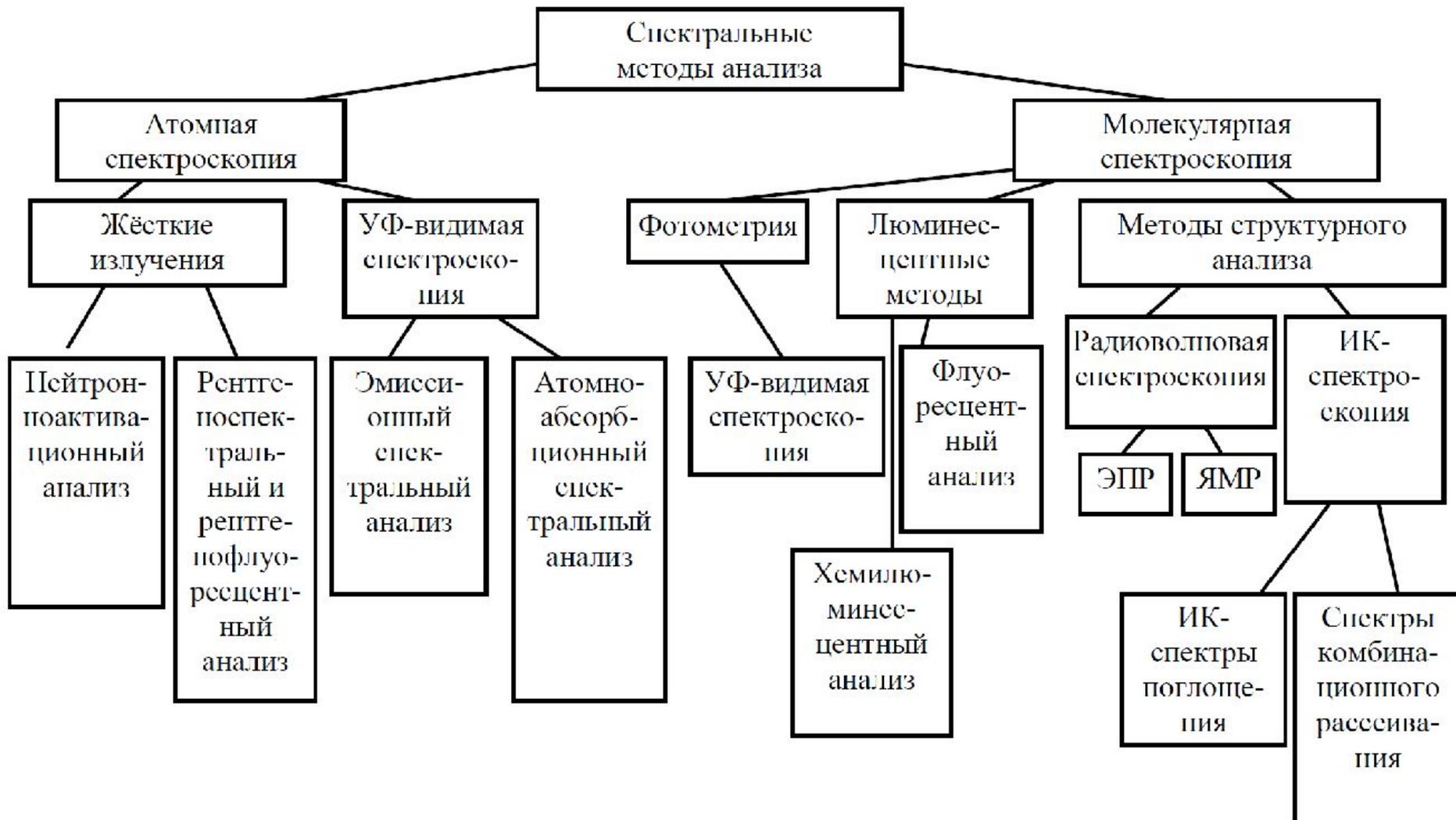
- структура земельных угодий,
- площади **неоаномалий** (современных нарушений) почвенно-растительного покрова,
- **видовой состав**, плотность фауны позвоночных,
- вертикальная и горизонтальная структуры сообществ организмов, **биопродуктивность**, соотношение трофических групп организмов.

- После определения мест наблюдений и пробоотбора работа переходит в **фазу проведения измерений и наблюдений**, которая включает:
  - **полевые исследования**, проводимые на месте,
  - **пробоотбор, обработку и консервирование** проб и их доставку в лаборатории,
  - **лабораторные измерения** концентраций загрязняющих веществ.
  - **контроль качества** получаемых данных и их грамотный **анализ**.
- В процессе мониторинга реализуется **механизм обратной связи**, позволяющий корректировать Программу мониторинга и устранять слабые места.
- По истечении определенного времени проводится **повторная оценка Программы мониторинга** и её соответствие основной цели.

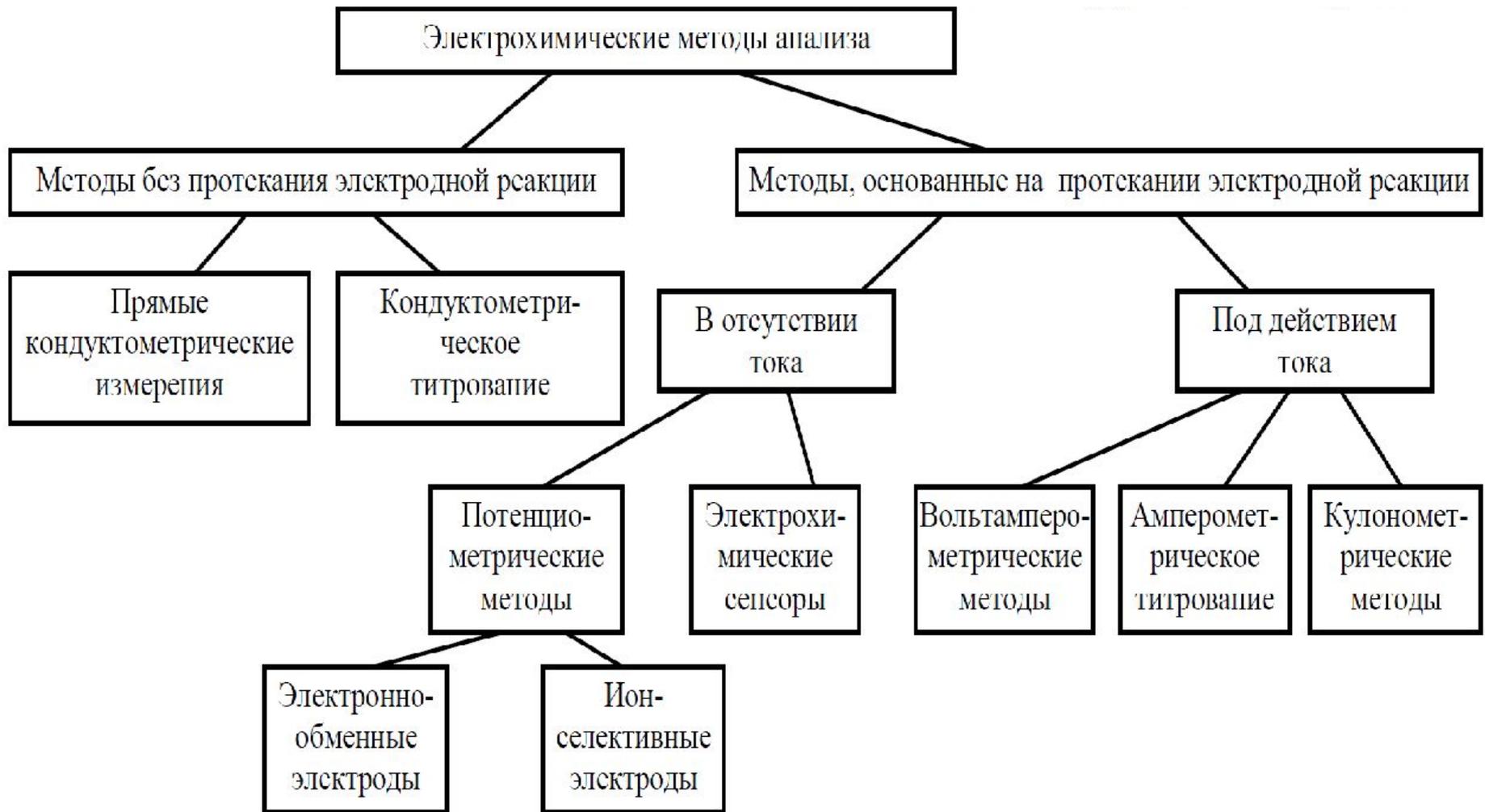
# Методы экологического мониторинга



**Рис. 2 Спектральные методы анализа объектов окружающей среды**



## Рис. 3 Электрохимические методы анализа объектов окружающей среды



## Рис. 4 Хроматографические методы анализа загрязняющих веществ



# Показатели эффективности методов мониторинга окружающей среды

- селективность и точность определения;
- воспроизводимость получаемых результатов;
- чувствительность определения;
- пределы обнаружения веществ;
- экспрессность анализа.

**Основным требованием** к выбранному методу является **применимость метода в широком интервале концентраций веществ** – от следовых или фоновых количеств в незагрязнённых районах до высоких значений концентраций в районах технического воздействия.

# Дистанционные методы

Зондирующие поля	Электромагнитные
	Акустические
	Гравитационные

- **Зондирующие поля** обладают двумя свойствами:
  - взаимодействие с исследуемым объектом,
  - перенос полученной информации к датчику.

## Дистанционные методы

### Пассивные

приём зондирующего поля, исходящего от самого объекта контроля

### Активные

приёмом отражённых, прошедших или переизлученных зондирующих полей, созданных источником

## Дистанционные методы

```
graph TD; A[Дистанционные методы] --> B[Аэрокосмические]; A --> C[Геофизические];
```

### Аэрокосмические

- оптическая фотосъёмка,
- телевизионная съёмка,
- инфракрасная съёмка,
- радиотепловая съёмка,
- радиолокационная съёмка,
- радарная съёмка,
- многозональная съёмка.

### Геофизические

- магниторазведка,
- электроразведка,
- терморазведка,
- фото(теле)визуальная съёмка,
- ядерная геофизика,
- сейсмические методы,
- геоакустические методы.

# Дистанционный контроль атмосферы

## радиоакустические

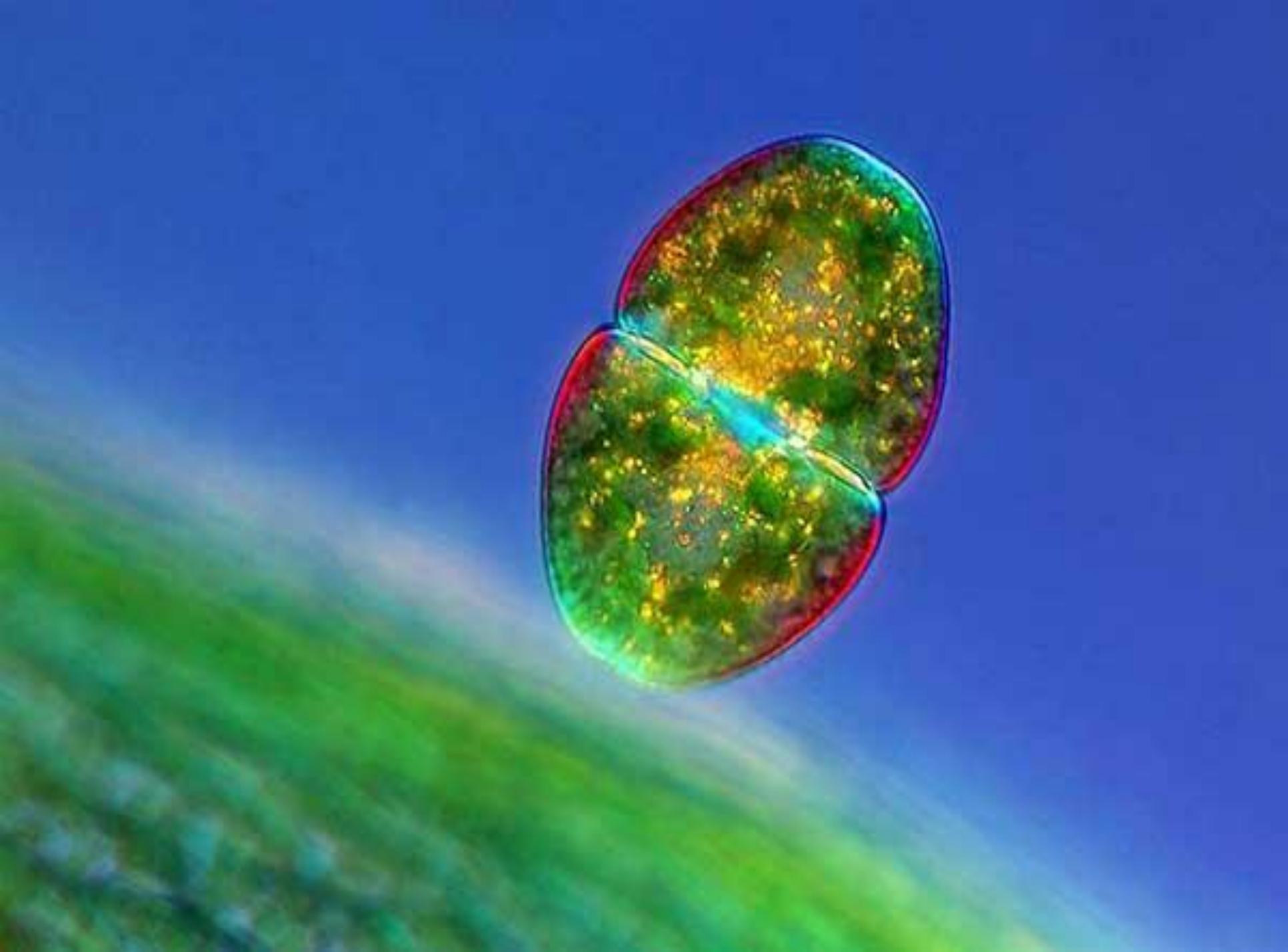
## лидарные методы

- Область использования **радиоакустических методов** ограничена малыми объёмами воздушной среды (около 1–2 км в радиусе). Они позволяют контролировать: **температурные изменения, профили скорости ветра, верхнюю границу тумана.**
- Принцип **лидарного (лазерного) зондирования** заключается в том, что лазерный луч **рассеивается** или **поглощается** молекулами и др. частицами воздуха, в результате возникает **флюоресценция**, которая позволяет судить о таких параметрах воздушной среды, как **давление, плотность, температура, влажность, концентрация газов, аэрозолей, параметры ветра.**

# Дистанционный контроль природных вод

- |                          |
|--------------------------|
| • радиояркостной метод   |
| • радиолокационный метод |
| • флюоресцентный метод   |

- **Радиояркостной метод** использует диапазон зондирующих волн от видимого до метрового для одновременного контроля **температуры, волнения и солёности**.
- **Радиолокационный (активный) метод** заключается в приёме и обработке сигнала, отражённого от взволнованной поверхности и выявлении характеристик волны (**амплитуда, частота, фаза, поляризация, энергия, пространственно-временное состояние**).



# Геофизические методы

Территории, изучаемые **наземными инструментальными геофизическими методами**:

- районы размещения **особо опасных объектов** промышленного строительства или **дорогостоящих** объектов гражданского строительства;
- зоны **добычи полезных ископаемых**, места складирования отходов и т.п.;
- **топливно-энергетические** комплексы;
- территории **оседания** земной поверхности;
- территории с **неблагоприятной** и напряжённой экологической обстановкой;
- территории расположения уникальных архитектурных сооружений и **исторических памятников**.

# Методы дистанционного зондирования

- Одним из основных источников данных для экологического мониторинга являются **материалы дистанционного зондирования**. Они объединяют все типы данных, получаемых с различных носителей.

## Классификация методов по используемым носителям

Космические	Авиационные	Морские/наземные
пилотируемые орбитальные станции, корабли многоразового использования, автономные спутниковые съёмочные системы	самолеты, вертолеты, микроавиационные радиоуправляемые аппараты	фототеодолитная съёмка, сейсморазведка, электромагниторазведка, гидроакустические съёмки рельефа морского дна

# Космический мониторинг

- С 1990-х гг. в России проводятся организационные работы в области экологического мониторинга с использованием **космических средств**, а также формирования инфраструктуры региональных **центров сбора и приёма космической информации**.
- В России используются полярно-орбитальные метеорологические спутники:
  - отечественные спутники серий «**Метеор**», «**Океан**» и «**Ресурс**»,
  - американские спутники серий **NOAA**, **Landsat** и **SPOT**.
- Свободный приём спутниковой информации наземными станциями обеспечивается **концепцией «Открытое небо»** Всемирной метеорологической организации.

# Метеорологические спутники

- Основной полезный груз спутника - **панхроматическая оптико-электронная система**, позволяющая получать изображения с пространственным разрешением 1 м.
- Спутник может производить высокодетальную съемку одного и того же участка местности каждые три дня, получать несколько снимков одного и того же сюжета на одном витке.
- Изображения со спутников передаются на Землю в реальном масштабе времени в диапазоне **1700 МГц**.



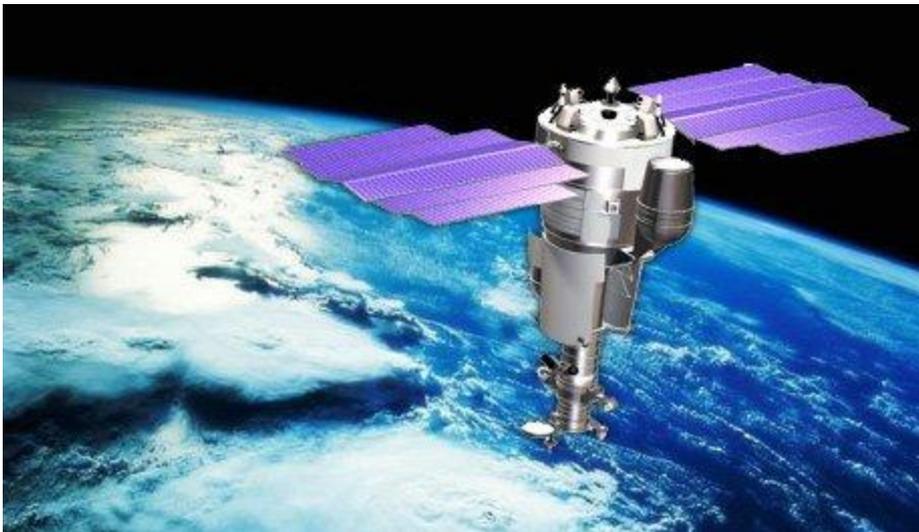
# Американские спутники NOAA

- снабжены радиометром высокого разрешения **AVHRR** (**Advanced Very High Resolution Radiometer**).
- Радиометр высокого разрешения ведет съемки поверхности Земли в пяти спектральных диапазонах.
- Космические аппараты NOAA запускаются на полярные орбиты **высотой порядка 700 км** над поверхностью Земли с наклоном 98,89 градусов.
- **Космическая съемка:**
  - проводится с пространственным разрешением 1100 м
  - обеспечивают полосу обзора шириной 2700 км.



# Российские спутники «Ресурс»

- принадлежат Федеральной службе России по гидрометеорологии и мониторингу природной среды (**Росгидромет**).
- обеспечивают получение многозональной космической информации высокого и среднего разрешения с помощью **двух сканеров видимого и ближнего инфракрасного диапазонов.**



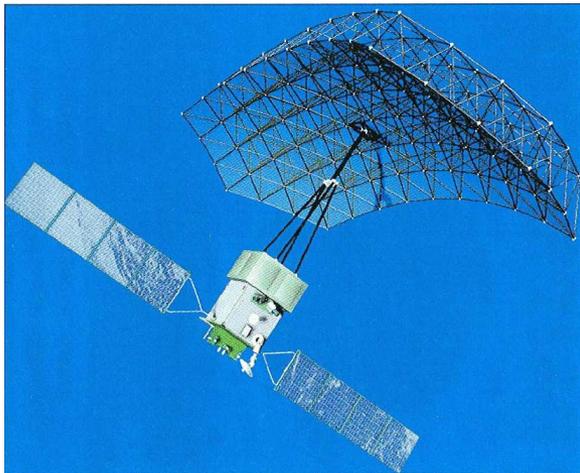
# Гидрометеорологическая система «Метеор»

- Принадлежит **Росгидромету**, обеспечивает глобальный экологический мониторинг **территории России**.
- **Параметры** спутника «Метеор»:
  - приполярная круговая орбита высотой около 1200 км.
  - сканирующие ИК-радиометров и сканирующая ТВ-аппаратура с системой запоминания данных.
- «Метеор» осуществляет **мониторинг озоносферы и геофизический мониторинг**.
- два раза в сутки получает изображения **облачности** и подстилающей поверхности в видимом и ИК-диапазонах, данные о **температуре** и влажности воздуха, морской поверхности и облаков.



# Российская система «Океан»

- обеспечивает получение **радиолокационных, микро-волновых и оптических** изображений земной поверхности в интересах судоходства и рыболовства.
- освещение ледовой обстановки в **Арктике и Антарктике**, обеспечение проводки судов в сложных ледовых условиях.
- Приполярная круговая орбита спутника высотой 600-650 км.



В условиях облачности и в любое время суток работает **радиолокатор РЛС БО** и система сбора информации от автономных морских и ледовых **станций «Кондор»**.

## **Спутниковые данные дистанционного зондирования** позволяют решать следующие задачи **контроля состояния окружающей среды:**

- определение **метеорологических характеристик:** температуры, влажности, облачности, динамики **атмосферных фронтов;**
- получение карт крупных **стихийных бедствий,** ураганов, лесных пожаров, наводнений;
- обнаружение крупных или постоянных **выбросов промышленных предприятий;** регистрация дымных шлейфов от труб; тепловых выбросов ТЭЦ;
- оперативный контроль и классификация **загрязнений почвы и водной поверхности, лесопарковых зон;**
- контроль загрязнений **снежного покрова** в зонах влияния промышленных предприятий. 37

# Глобальный космический экологический мониторинг

- широкое использование **телекоммуникационной инфраструктуры**, а также гипертекстовых и интерактивных информационных технологий;
- **интегрирование национальных информационных ресурсов** по окружающей среде, создание региональных баз данных и расширение электронных коллекций по результатам космического экологического мониторинга;
- Центры космического мониторинга осуществляют оперативный контроль состояния окружающей среды и природных ресурсов.



# Биологические методы контроля

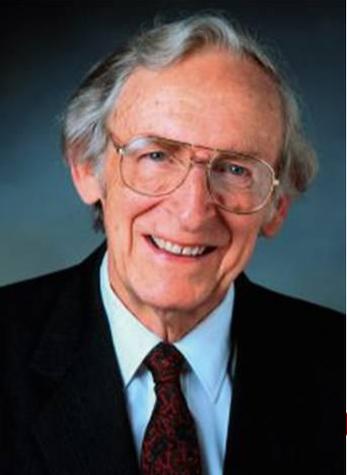
## биоиндикация

## биотестирование

- **Биоиндикация** – метод, который позволяет судить о состоянии окружающей среды по факту встречи, отсутствия и особенностям развития организмов – биоиндикаторов.
- **Биоиндикаторами** называются растительные и животные организмы, наличие, количество и состояние которых служат показателями изменения качества среды их обитания.
- **Биотестирование** (токсикологические методы) дает оценку токсических свойств загрязняющих веществ с использованием модельных живых систем **тест-объектов**. Оценка токсичности производится в лабораторных условиях.

# Методы биоиндикации

- Условия, определяемые с помощью биоиндикаторов, называются **объектами биоиндикации**.
- В качестве **объектов биоиндикации** могут выступать:
  - **природные объекты** (почва, вода, воздух),
  - **свойства** природных объектов (механический, химический состав и др.)
  - **процессы**, протекающие в окружающей среде (эрозия, дефляция, заболачивание и т. п.), в том числе происходящие под влиянием человека.
- Глубина биоиндикации может быть различной от простой **визуальной диагностики растений** до изучения **иммунных и генетических изменений** в организме индикаторов.



При выборе **биоиндикаторов** американский эколог **Юджин Одум** (1913-2002) предлагает учитывать следующие соображения:

**Стенотопные виды** (виды, приспособленные к существованию в строго определенных условиях) более редкие в сообществах являются лучшими индикаторами, нежели **эвритопные** (широко распространенные, обладающие широким диапазоном экологической выносливости).

- 2. Более крупные виды** являются обычно лучшими индикаторами, чем мелкие, так как скорость оборота **мелких видов** в биоценозах выше и они могут не попасть в пробу в момент исследований.
- 3. Численное соотношение разных видов** (популяций) более показательно и является более надежным индикатором, нежели **численность одного вида**.

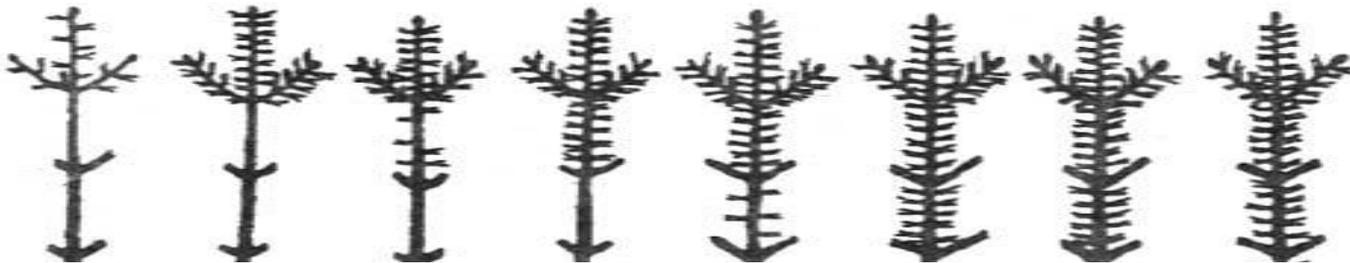
# Уровни биоиндикации

## ВИДОВОЙ

- констатация присутствия организма,
- учет частоты встречаемости вида,
- изучение анатомо-морфологических, физиолого-биохимических свойств.

## биоценотический

- учитываются различные показатели разнообразия видов,
- определяется продуктивность данного сообщества.



# Виды биоиндикации

## неспецифическая

одна и та же реакция  
вызываются  
**различными факторами**

## специфическая

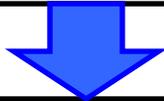
происходящие изменения  
можно связать только  
с **одним фактором**

- *Пример 1.* Лишайники и хвойные деревья характеризуют чистоту воздуха и наличие промышленных загрязнений в местах их произрастания.
- *Пример 2.* Изменение видового состава животных и низших растений в почвах свидетельствуют о загрязнении почв химическими веществами или изменении структуры почв под влиянием хозяйственной деятельности человека.

# Виды биоиндикации

## регистрирующая биоиндикация

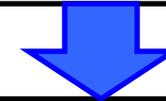
позволяет судить о воздействии факторов среды по состоянию особей вида/популяции



## регистрирующие индикаторы

## биоиндикация по аккумуляции

использует свойство растений и животных накапливать некоторые химические вещества



## накапливающие индикаторы

- *Пример 1.* Хлороз и некроз лишайников и хвойных деревьев.
- *Пример 2.* Содержание свинца в печени рыб превышает ПДК в 100 раз.

- **Регистрирующие биоиндикаторы** реагируют на изменения состояния окружающей среды **изменением численности, фенооблика, повреждением тканей, соматическими проявлениями (уродливость), изменением скорости роста** и другими хорошо заметными признаками.
- **Накапливающие индикаторы концентрируют загрязняющие вещества в своих тканях**, определенных органах и частях тела, которые в последующем используются для выяснения степени загрязнения окружающей среды при помощи химического анализа.
- *Примером* накапливающих индикаторов могут служить **хитиновые панцири** ракообразных и личинок насекомых, обитающих в воде, **мозг, почки, селезенка, печень** млекопитающих, раковины моллюсков, мхи.

# Методы биотестирования

- **Достоинства методов биотестирования:**
  - универсальность,
  - экспрессность,
  - простота,
  - доступность и дешевизна,
  - высокая чувствительность **тест-организмов** к действию загрязняющих веществ.
- *Например*, биотестирование можно использовать в экспресс-контроле качества питьевой воды. Оно позволяет уже в течение одного часа получить данные интегральной оценки токсичности воды.
- органолептические свойства воды – без изменения,
- Физико-химические методы – несколько часов/суток.

- В качестве **объектов биотестирования** применяются разнообразные организмы – **бактерии, водоросли, высшие растения, пиявки, моллюски, рыбы** и др.
- **Растения** могут оказаться наиболее чувствительными к присутствию в среде гербицидов, **дафнии** – к присутствию инсектицидов и т.д.
- **Тест-реакция** может выявить токсикант по его функции-мишени. *Например,* 3,4-дихлорпропионанилид (пропанид) избирательно поражает фотосинтетический аппарат водорослей.
- Для гарантированного выявления присутствия токсического объекта должен использоваться **набор различных представителей** водного сообщества.
- **Оптимальной** может быть система, в которую включено **3-5 видов** разного уровня организации (водные растения, беспозвоночные и рыбы).

# Отбор и подготовка проб

- **Проба** – часть анализируемого материала, представителью отражающая его химический состав.
- **Проба** должна отражать реальное содержание определяемых в окружающей среде веществ.
- Особенности пробоотбора зависят от выбранного **объекта исследования** (вода, воздух, почва).
- Хранят приготовленную **лабораторную пробу** в условиях, гарантирующих постоянство ее состава, при этом учитывают **комплекс условий**:
  - температура,
  - освещенность,
  - материал посуды и т.д.



# Хранение проб

- **Небрежное** отношение к хранению проб может привести к изменению их состава в силу **термического разложения, химических или микробиологических процессов** и т.д.
- Чем больше вероятность **изменения содержания** определяемых компонентов, тем **скорее** должен быть проведен анализ.
- Иногда пробу необходимо **консервировать**:
  - замораживание,
  - изменение pH среды,
  - добавление консервантов.
- **Технология консервации** проб воды и других объектов описана в соответствующих **руководствах**.



# Пробоподготовка

- **Пробоподготовка** представляет собой собирательное название всех операций, которыми в лаборатории подвергают доставленную туда пробу перед исследованием.
- **Целью пробоподготовки** является перевод определяемого компонента и пробы в пригодную для анализа выбранным методом форму, удаление мешающих веществ или их маскировку и т.д.
- **Операции пробоподготовки:**
  - разложение пробы, растворение пробы,
  - удаление или маскирование мешающих примесей,
  - концентрирование или разбавление,
  - разделение пробы на отдельные компоненты.

# Ведение документации

- **Документация** полученных материалов является важной составляющей выполнения Программы экологического мониторинга.
- **Документация** строго ведется на всех этапах работы – от отбора проб до разработки прогностической модели.
- Отбор проб оформляется **протоколом**, подписываемым **всеми** его участниками.
- **Протокол** включает все детали (условия отбора проб, схема размещения точек отбора проб, время отбора проб, способ отбора и т.д.), которые будут необходимы при анализе полученных материалов.
- Протокол отбора проб составляется **непосредственно в период** проведения полевой работы.

# Ведение документации

- Результаты лабораторных исследований заносятся в **лабораторный журнал**.
- Все **первичные данные** (протоколы, рабочие журналы и другие документы) хранятся в течение **всего периода мониторинга** по данному полигону.
- Полученный **цифровой материал**, отражающий реальное состояние изучаемого объекта в момент проведения исследований, представляется в форме **таблиц**, в которые включаются все полученные **данные**, их **средние величины** и **отклонения от них**, а также другие материалы (графики, схемы, карты), необходимые для объективного анализа экологического состояния конкретного полигона.

# Анализ и обобщение результатов исследований

- **Первым этапом обобщения** является сравнение полученных данных с соответствующими значениями **ПДК** или другими нормативными характеристиками.
- **Целью анализа полученных данных** является получение возможно большего объема сведений, имеющих непосредственное или косвенное отношение к происходящим в окружающей среде процессам.
- Первостепенное значение имеет установление **источника загрязнения:**
  - естественный или антропогенный,
  - постоянный или временный,
  - точечный или обширный и т.д.



При организации и выполнении **экологического мониторинга** необходимо:

1. выполнять требования по **отбору образцов** и **протоколированию** этого процесса,
2. строго выполнять правила по **подготовке проб** и **проведению анализов**,
3. учитывать особенности применяемых **методов анализа**,
4. использовать надежные и **достоверные числовые данные** с учетом погрешностей,
5. осуществлять контроль случайных и систематических погрешностей **методами статистического анализа**.
6. грамотно оформлять всю **документацию**, сохраняющую результаты исследований и наблюдений.

- **Завершением анализа** полученных данных является:
  - **заключение о последствиях** происходящих процессов, касающихся здоровья населения, состояния и развития экосистем и т.д.
  - **предсказание** теоретического уровня воздействия загрязнителя и производства, которое является его источником, на окружающую среду.
  - оперативное реагирование на изменение экологической ситуации и **доведение до сведения** государственных органов полученных результатов.
- Важное место в организации мониторинга занимает работа по **интерпретации** полученных данных.
- *Например*, содержания **ионов  $\text{NH}_4^+$**  в незагрязненных водах связано с биохимическим разложением белков и мочевины – **индикатор загрязнения водоема** бытовыми и сельскохозяйственными стоками.

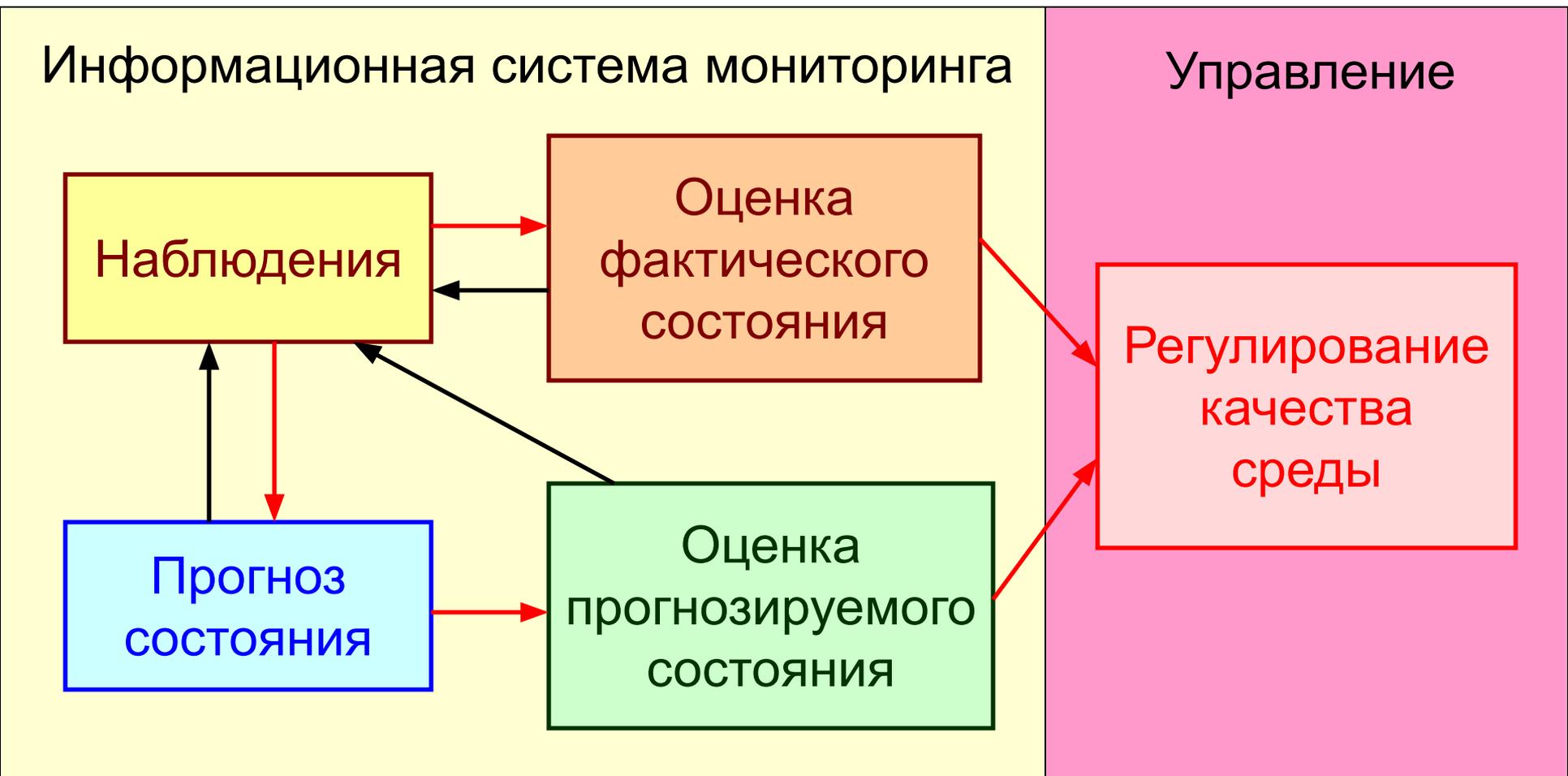
# Годовой отчет

- **Цель годового отчета** заключается в **изложении** всего хода исследований при документации всех тонкостей измерений, их динамики, а также с учетом **анализа** полученных результатов и сделанных **выводов** и предложений на продолжение мониторинга в следующем году.
- Научный отчет рассчитан на весьма узкий круг специалистов, поэтому излагается **научным и четким языком** без эмоциональных и художественных дополнений.
- Научный отчет составляется по определенному **формату**, установленному **госстандартом**. Составленный по всем требованиям отчет включает все необходимые разделы и все этапы решения основных задач.

## **Научный отчет** включает следующие разделы:

- аннотацию,
- реферат,
- обзор литературы,
- анализ ситуации,
- методику исследований,
- изложение материала исследований и их анализ,
- выводы и предложения;
- в завершение приводятся список использованной литературы
- приложения.

# Общая схема системы мониторинга



# Система экологического мониторинга

- Система экологического мониторинга является необходимым условием для правильной организации **управления** качеством окружающей природной среды.
- **Оценка фактического и прогнозируемого состояний** подразумевает:
  - определение **ущерба** от антропогенных воздействий,
  - выбор **оптимальных условий** человеческой деятельности, определение экологических резервов.
- При таких оценках необходимо **знание**:
  - **допустимых нагрузок** на окружающую среду.
  - **первоначальное состояние среды**, т. е. состояние до существенного влияния человека.
  - **общемировое, глобальное фоновое состояние биосферы** в настоящее время.

# Наблюдения в системе мониторинга

## 1. Наблюдения за локальными источниками воздействия и факторами воздействия.

### Источники воздействия

```
graph TD; A[Источники воздействия] --> B[Природные]; A --> C[Антропогенные];
```

#### Природные

- извержения вулканов,
- самопроизвольный выход газов, нефти
- и т.д.

#### Антропогенные

- выбросы промышленных предприятий;
- животноводческие фермы;
- воздушный, водный и наземный транспорт;
- коммунальные источники загрязнений и т.д

# Наблюдения в системе мониторинга

## 2. Наблюдения за состоянием среды, характеризуемым:

- геофизическими данными,
- физико-географическими данными,
- геохимическими данными,
- данными о составе и характере загрязнений.

### Физико-географические данные:

- распределение суши и воды,
- рельеф поверхности земного шара,
- природные ресурсы (минеральные, земельные, растительные, водные, ресурсы фауны),
- народонаселение,
- урбанизация и др.

## Геохимические данные:

- наблюдения за **круговоротом** веществ в природе,
- наблюдения за **составом инородных примесей** в биосфере (в том числе радиоактивных веществ),
- наблюдения за различными **специфическими физическими характеристиками среды**, включая наблюдения за шумовым, тепловым и загрязнениями, ионизирующими и неионизирующими излучениями.

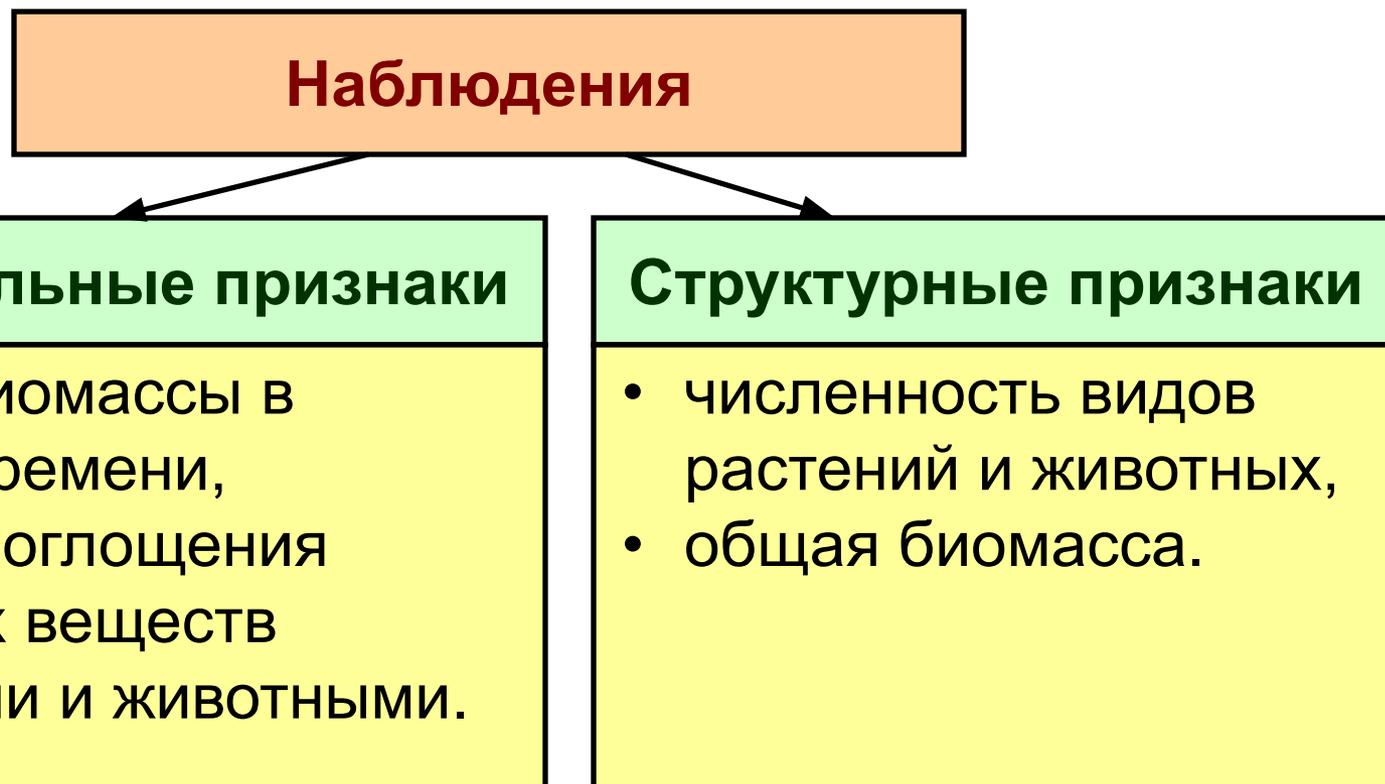
## Наблюдения за химическим составом:

- атмосферы, осадков, вод океанов и морей,
- поверхностных и подземных вод, донных отложений,
- почв, растительности, животных.

**Наблюдения за основными путями распространения загрязнений** – первостепенны по важности в системе мониторинга, т.к. подобное загрязнение могут явиться источниками загрязнения других сред.

### 3. Наблюдения за реакцией биоты на воздействие различных факторов и изменение состояния окружающей среды.

- наблюдения за **откликом** (обратимые изменения) и **последствиями** (необратимые изменения) биоты.



# Уровни наблюдения



Человек

**4. Наблюдение за реакцией крупных систем (погоды, климата и биосферы в целом)** на комплекс воздействий состояния природной среды.

- **Наблюдения** могут осуществляться по:
  - **физическим** показателям,
  - **химическим** показателям,
  - **биологическим** показателям.
- Для определения **динамики состояния биосферы изменения должны повторяться** через определённые интервалы времени, а по важнейшим показателям должны быть **непрерывными**.
- Система наблюдений может быть построена на основе:
  - **точечных измерений**
  - **площадных съёмов**

**интегральные показатели**

# Комплексный мониторинг

Требуются различные **группы данных**:

- 1) эмиссии или **выбросы** загрязняющих веществ:
- 2) **концентрации** загрязняющих веществ в **окружающей среде**;
- 3) **концентрации** загрязняющих веществ **в объектах исследования**;
- 4) **состояние объектов исследования**:
  - возникновение заболеваний,
  - колебание численности популяций,
  - структурные нарушения популяций и др.

Необходимо выявить **наиболее значимые факторы**, которые в основном определяют степень воздействия на окружающую среду.

# Критерии приоритетности для мониторинга загрязнений

## Свойства загрязнителей:

1. Размер фактического или потенциально возможного влияния на **здоровье и благополучие человека**, на **климат** или **экосистемы**.
2. Склонность к **накоплению в пищевых цепочках**.
3. Возможность **химической трансформации** в физических и биологических системах, в результате чего образовавшиеся вещества (вторичные загрязнители) могут оказаться еще более токсичными.
4. Мобильность или **подвижность**.
5. Частота и/или **величина воздействия**.

# Классификация загрязнителей по классам приоритетности

Класс	Загрязнитель	Среда
1	Диоксид серы. Взвешенные частицы. Радионуклиды $_{90}\text{Sr}^+$ , $_{137}\text{Cs}^+$	Воздух Пища
2	Озон. Хлорорганические соединения (ДДТ)	Воздух. Биота, Человек. Пища.
3	Кадмий и его соединения Нитраты, нитриты Окислы азота	Вода Питьевая вода, пища.
4	Ртуть и его соединения Свинец. Двуокись углерода	Воздух Пища, вода. Воздух, пища.
5	Окись углерода. Нефтепродукты	Воздух Морская вода
6	Вториды	Свежая вода
7	Асбест. Мышьяк.	Воздух. Питьевая
8	Микротоксины. Микробиологическое заражение	вода Пища. Воздух

Для мониторинга **загрязнителей, измерение которых затруднено**, рекомендуется измерение следующих величин:

**1. Индикаторов качества воды:**

- коли-бактерии, **синезеленые водоросли**, их первичная продуктивность;

**2. Индикаторов качества почвы:**

- солёность, отношение **кислотности** и щелочности,
- содержание нитритов и **органического азота**,
- содержание почвенных **органических веществ**.

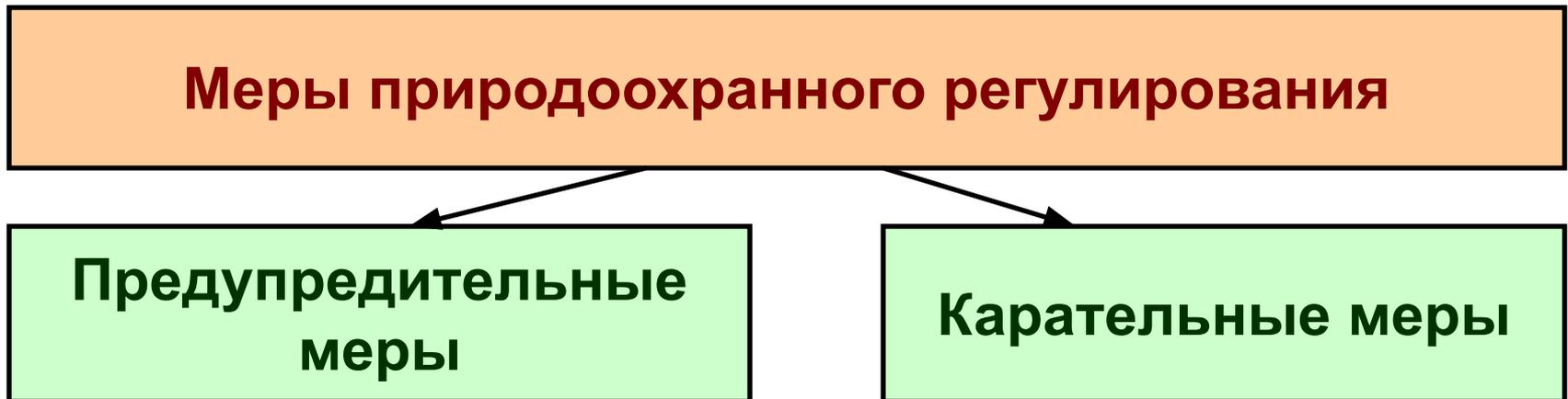
**3. Индикаторов здоровья человека и животных, индикаторов поражения растений:**

- случаи **заболеваний**, генетические последствия.

**4. Растительных индикаторов загрязнений.**

# Регулирование качества среды

- Научные данные, полученные благодаря системе мониторинга, создают основу для разработки **законодательных актов** по охране окружающей природной среды, содержащих конкретные **меры предупреждения** вредного антропогенного воздействия.



# Предупредительные меры

**Предупредительные меры** – законодательные меры по предотвращению загрязнения окружающей среды или нежелательных явлений. Они включают:

1. **Установление** норм права;
2. **Установление** стандартов, определяющих и регулирующих уровень загрязнения окружающей среды;
3. **Нормирование** выбросов и сбросов вредных веществ предприятиями;
4. Применение процедуры **экологической экспертизы**;
5. **Проверка** деятельности объектов и источников загрязнения;
6. **Экологическое аудирование.**

# Карательные меры

- **Карательные меры** – меры наказания за нарушение правовых норм охраны окружающей среды:
  - 1) Меры **взыскания**;
  - 2) Меры **пресечения**;
  - 3) **Экономические меры**.
- Проблема регулирования качества природной среды опирается на экологическое прогнозирование и требует построения **экологоэкономических моделей**.

## Соотношение карательных мер

Административные меры

Экономические меры