

# МЕТОДЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

# СТРУКТУРА КУРСА

1.Биоиндикация

2.Биотестирование

3.Радиационные аварии и защита  
окружающей среды

Семинары:

Основы биометрии (стат.оценивание в  
биологии и экологии)

Лекция 1:

# БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

# ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МОНИТОРИНГЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1968 г. – Доклады Римского клуба «Трудности человечества»

1972 г. - Стокгольмская конференция ООН по окружающей среде

День охраны  
окружающей среды

2012 год — «Зелёная  
экономика: а ты её  
часть?»

2011 год — «Леса:  
используя услуги  
природы»

2010 г.: "Множество  
видов. Одна планета,  
Одно будущее".



- **Экологический мониторинг** (мониторинг окружающей среды) — это комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов

# Классификации мониторинга

- пространственный охват;
- объект наблюдения;
- методы;
- тип воздействия;
- цель

|                                   |                          |               |                                                     |                          |
|-----------------------------------|--------------------------|---------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|
| Мониторинг источников воздействия | Источники воздействия    |               |                                                     |                          |
| Мониторинг факторов воздействия   | Факторы воздействия      |               |                                                     |                          |
|                                   | Физические               | Биологические | Химические                                          |                          |
| Мониторинг состояния биосферы     | Природные среды          |               |                                                     |                          |
|                                   | Атмосфера                | Океан         | Поверхность суши с реками и озерами, подземные воды | Биота                    |
|                                   | Геофизический мониторинг |               |                                                     | Биологический мониторинг |

ЕДИНАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА  
(ЕГСЭМ)

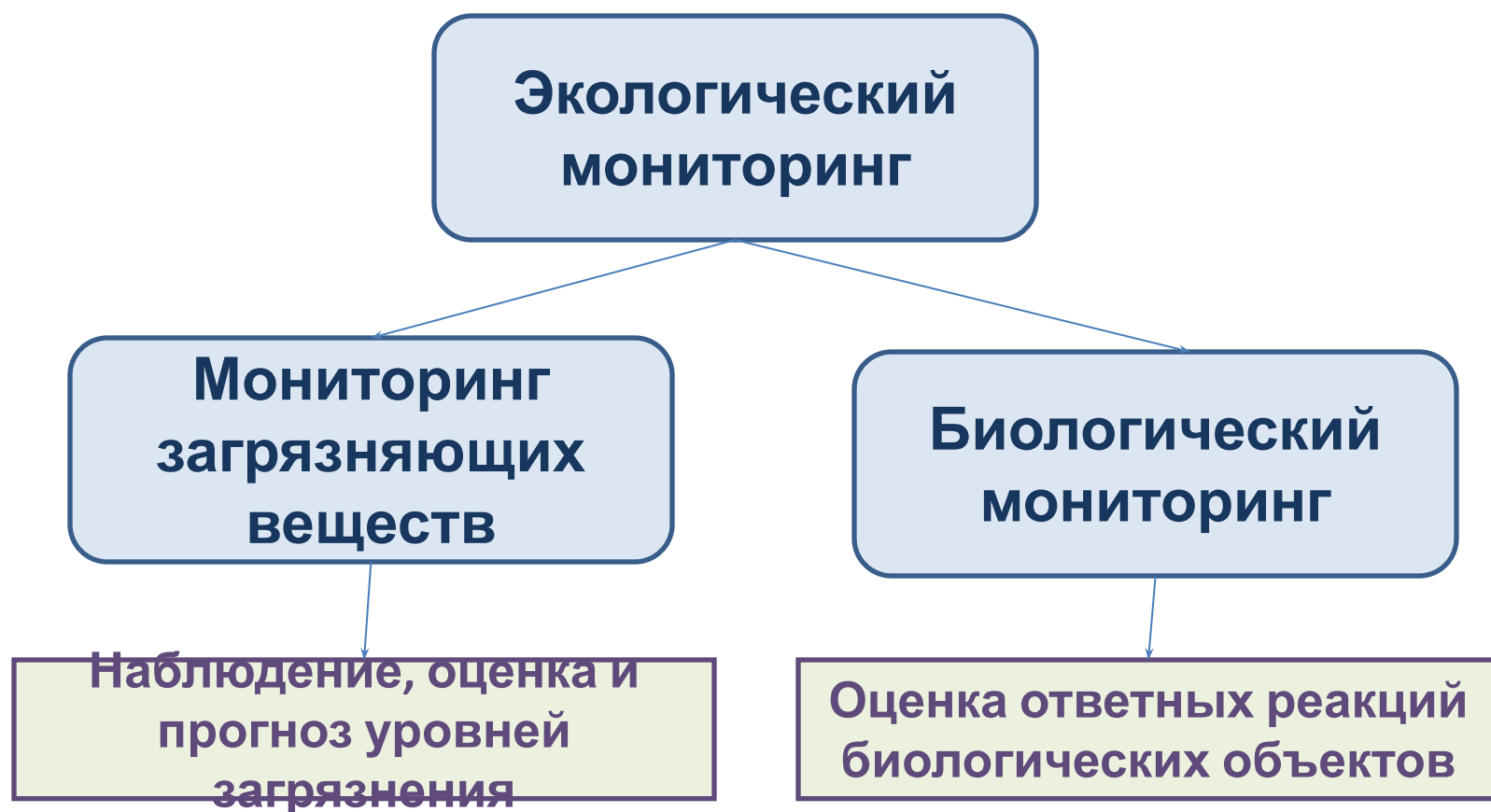


МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ



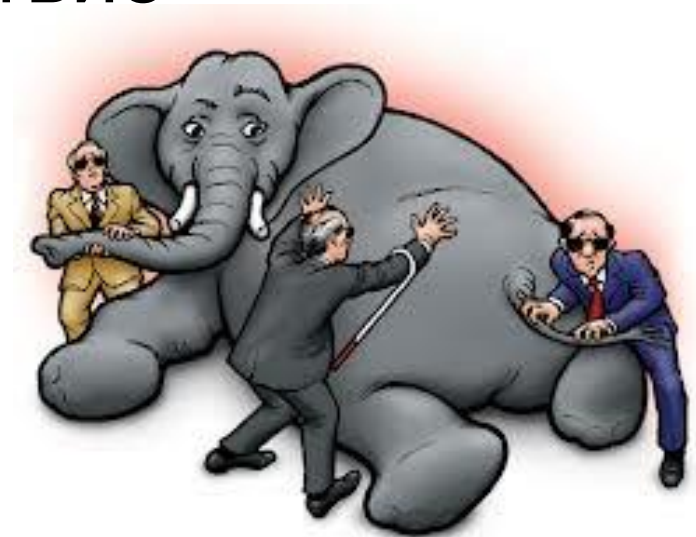
САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ  
МОНИТОРИНГ

**Экологический мониторинг** включает в себя как **биологический**, так и **геофизический** аспекты, а его основной задачей является информационное обеспечение и поддержка процедур принятия решений в области природоохранной деятельности и экологической безопасности



# Почему недостаточен мониторинг загрязняющих веществ?

- Все ли можно измерить?
- Биологический смысл
- Комбинированное действие
- Критика ПДК



# БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

система наблюдений, оценки и прогноза любых изменений в биотических компонентах, вызванных факторами антропогенного происхождения и проявляемых на организменном, популяционном или экосистемном уровнях

## Основные методы биологического мониторинга

- биоиндикация
- биотестирование

# Основные принципы организации биологического мониторинга

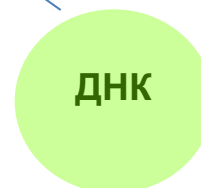
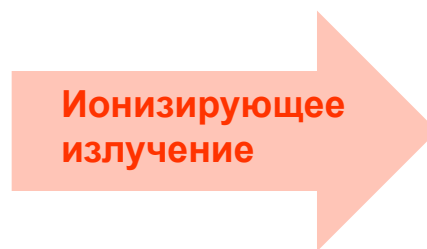
1. **иерархический подход** - структура биологического мониторинга должна соответствовать иерархической организации живой материи

**Экосистемы**  
продуктивность ценоза, обилие, видовое разнообразие, трофическая структура, выпадение чувствительных видов

**Популяции**  
изменение половозрастной и генетической структуры популяции, репродуктивной способности, радиоадаптация

**Организменный уровень**  
выживаемость, заболеваемость, морфологические аномалии, наследственные эффекты

**Молекулярно-клеточный уровень**  
мутации, изменение концентрации внутриклеточных метаболитов, мутации, трансформации, гибель клеток



десятки и сотни лет

годы

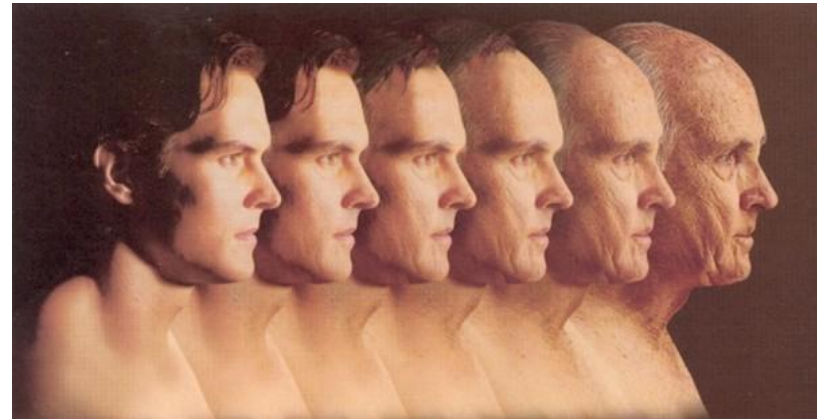
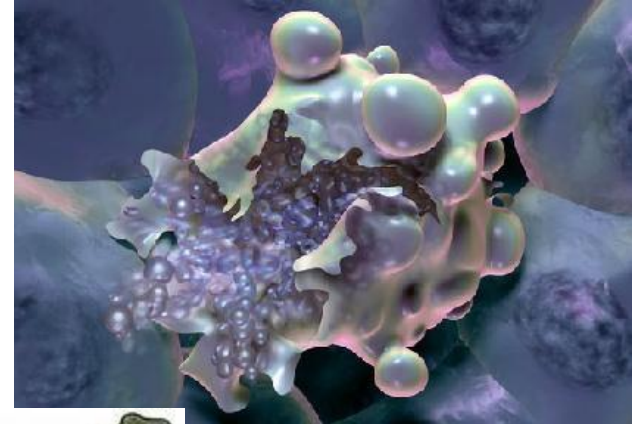
дни и месяцы

минуты и часы

ВРЕМЯ

# Взаимосвязь процессов на всех уровнях организации живого

- апоптоз



## Биологический мониторинг и уровни биологической организации

| Уровень организации   | Показатели                                                                                                                                                                                                                   | Способы защиты                                                   |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Молекулярно-клеточный | Генные, хромосомные и геномные мутации, интенсивность свободнорадикальных реакций, изменение концентрации внутриклеточных метаболитов (металлотионеины, БТШ, антиоксиданты, $\text{Ca}^{2+}$ и др.)                          | Репарация, синтез защитных веществ                               |
| Тканевый              | Пролиферативная активность, повреждение и гибель клеток                                                                                                                                                                      | Репопуляция                                                      |
| Организменный         | Рост, развитие и фотосинтетическая активность растений, аномалии скелета, морфологические отклонения, частота новообразований, изменения иммунной реакции и состава крови, поведенческие реакции, выживаемость, стерильность | Регенерация                                                      |
| Популяционный         | Посевные качества семян, показатели роста, воспроизводства и половозрастной структуры популяции                                                                                                                              | Изменение возрастной, половой и генетической структуры популяции |
| Биоценотический       | Биомасса (продуктивность ценоза), обилие, видовое разнообразие, трофическая структура, перераспределение популяций по степени доминирования                                                                                  | Изменение видового состава, структуры и продуктивности биоценоза |

Наиболее ранние изменения можно зафиксировать на молекулярно-клеточном уровне организации живой материи

До высших уровней биологической организации стрессовые воздействия чаще всего доходят с запаздыванием и в значительно смягченной, косвенной форме

Хотя может быть и «эффект бабочки»...

# Основные принципы организации биологического мониторинга

1. **иерархический подход** - структура биологического мониторинга должна соответствовать иерархической организации живой материи
2. **интеграция методов аналитического и биологического контроля** - желательно одновременно регистрировать и уровни загрязнения, и ответную реакцию биоты по всей совокупности показателей живых систем

# Преимущества и недостатки оценки состояния окружающей среды по абиотическим и биотическим показателям

|                                 | преимущества | недостатки |
|---------------------------------|--------------|------------|
| Мониторинг загрязняющих веществ |              |            |
| Биологический мониторинг        |              |            |

# Преимущества и недостатки оценки состояния окружающей среды по абиотическим и биотическим показателям

|                                 | преимущества                                                                                                                                                                                                                                                                                | недостатки                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Мониторинг загрязняющих веществ | <ul style="list-style-type: none"><li>•Исчерпывающие данные об абиотических факторах (температура, влажность, концентрации,...)</li><li>•Легко использовать в регулировании и управлении (ПДК и т.д.)</li><li>•Вклад отдельных источников и факторов в загрязнение легко выделить</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>•Трудоемкость и дороговизна</li><li>•Невозможно отследить все факторы</li><li>•Действие на живые организмы нельзя предсказать (есть ли опасность?)</li><li>•Эффекты комбинированного действия нельзя оценить</li></ul> |
| Биологический мониторинг        |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                              |

# Преимущества и недостатки оценки состояния окружающей среды по абиотическим и биотическим показателям

|                                 | преимущества                                                                                                                                                                                                                                                                                    | недостатки                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Мониторинг загрязняющих веществ | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Исчерпывающие данные об абиотических факторах (температура, влажность, концентрации,...)</li> <li>•Легко использовать в регулировании и управлении (ПДК и т.д.)</li> <li>•Вклад отдельных источников и факторов в загрязнение легко выделить</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Трудоемкость и дороговизна</li> <li>•Невозможно отследить все факторы</li> <li>•Действие на живые организмы нельзя предсказать (есть ли опасность?)</li> <li>•Эффекты комбинированного действия нельзя оценить</li> </ul> |
| Биологический мониторинг        | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Экспрессность</li> <li>•Дешевизна</li> <li>•Контроль качества среды в непрерывном режиме</li> <li>•Прямая информация об опасности загрязнения</li> <li>•Интегральная оценка всех факторов</li> <li>•Оценка взаимодействия факторов</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Сложно идентифицировать источники и действующие факторы</li> <li>•Отсутствуют экологические нормативы</li> </ul>                                                                                                          |

# Методы оценки качества окружающей среды

## **Аналитические**

отбор проб воды, воздуха, почвы; анализ в лаборатории с использованием химико-физических методов



Только часть информации, необходимой для оценки повреждающего действия поллютантов

## **Регистрация биологических эффектов у живых организмов**

- в естественных условиях
- в лабораторных условиях



Особенно полезны при оценке неизвестных соединений, комбинированного загрязнения (отходы)

Оба вида мониторинга, отражая разные стороны единого процесса, лишь в совокупности способны дать объективную и адекватную оценку экологической ситуации

# Основные принципы организации биологического мониторинга

1. **иерархический подход** - структура биологического мониторинга должна соответствовать иерархической организации живой материи
2. **интеграция методов аналитического и биологического контроля** - желательно одновременно регистрировать и уровни загрязнения, и ответную реакцию биоты по всей совокупности показателей живых систем
3. **принцип слабого звена** - биологический мониторинг должен в первую очередь осуществляться за наиболее чувствительными или наиболее уязвимыми видами и тест-организмами, при этом нужно отслеживать наиболее чувствительные показатели

# Принцип слабого звена

| Уровень организации        | «слабое звено»                                         | примеры                                                                    |
|----------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| ландшафтный (геосистемный) | зоны вторичного накопления загрязняющих веществ (депо) | Почва, донные отложения                                                    |
| экосистемный               | виды-биоиндикаторы (тест-объекты)                      | Сосна, млекопитающие, дождевые черви                                       |
| организменный              | критические органы (тест-системы)                      | Внешнее излучение – гонады<br>Sr-90 – скелет<br>Двуокись серы - фотосинтез |

**Что такое биологический мониторинг? Его место в системе экологического мониторинга**

**Принципы организации биологического мониторинга**

**Преимущества и недостатки оценки состояния окружающей среды по абиотическим и биотическим показателям**