



**Основы генетического
мониторинга**
**Лекция 2. Биологический
мониторинг**



- **Биологический мониторинг – система наблюдений и прогноза изменений в биотических компонентах, вызванных антропогенным загрязнением окружающей сред**





Цель и задачи биологического мониторинга

- **Цель:** определение состояния биотической компоненты биосферы, ее реакций на антропогенные воздействия, определение функций состояния и отклонений этих функций от нормы.

Задачи:

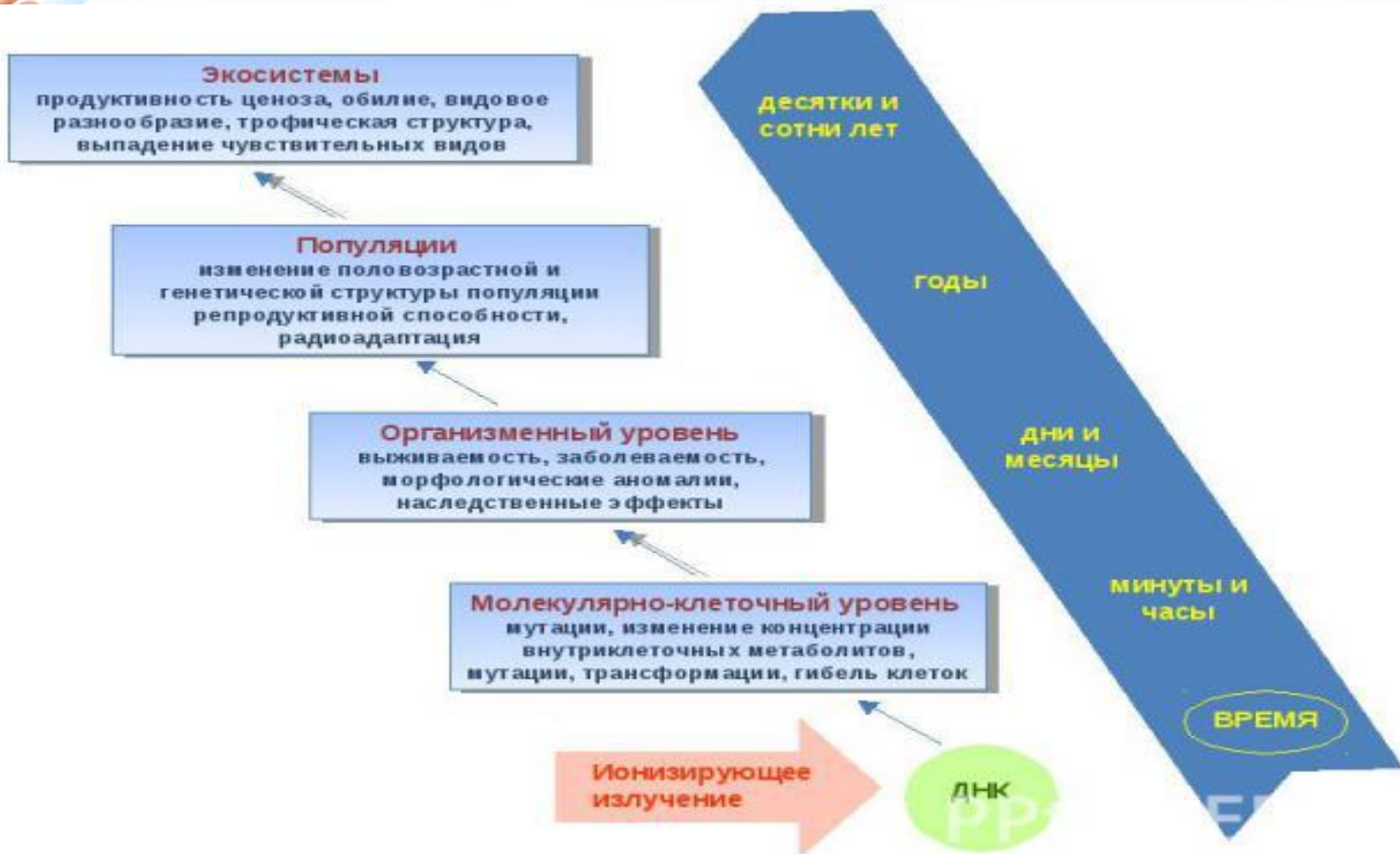
- оценка фактического состояния биоты
- проверка эффективности осуществленных природоохранных мероприятий
- прогноз состояния биоты в будущем.

Уровни биологического мониторинга

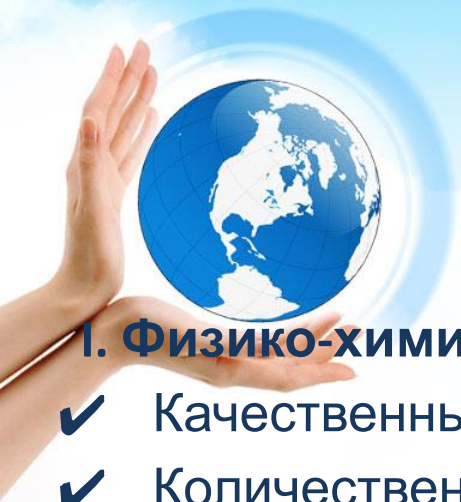


Уровень организации	Показатели
Молекулярно-клеточный	Генные, хромосомные и геномные мутации, интенсивность свободнорадикальных реакций, изменение концентрации внутриклеточных метаболитов (металлотионеины, БТШ, антиоксиданты, Ca^{2+} и др.)
Тканевый	Пролиферативная активность, повреждение и гибель клеток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

Уровни биологического мониторинга



Методы комплексного мониторинга антропогенного воздействия



I. Физико-химические (аналитические)

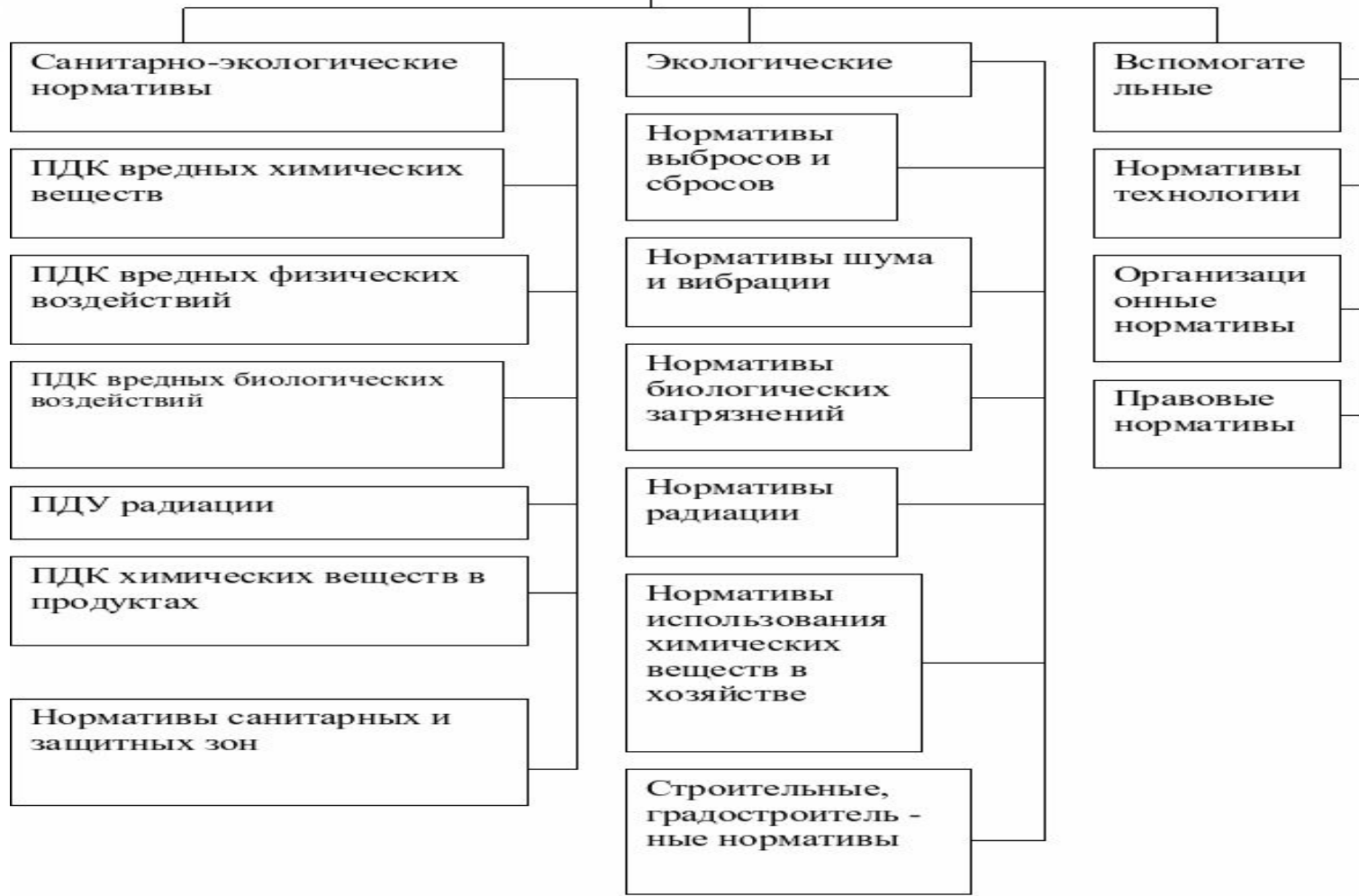
- ✓ Качественные
- ✓ Количественные
- ✓ Гравиметрический
- ✓ Титриметрический
- ✓ Экспресс-методы
- ✓ Потенциометрические и др.

Недостатки:

- ❖ трудоемки
- ❖ не всегда экспрессны
- ❖ требуют дорогостоящего оборудования и реактивов
- ❖ требуют высокоспециализированного обслуживающего персонала
- ❖ не гарантируют достоверной оценки экологической опасности!!!



Нормативы качества окружающей среды



Методы комплексного мониторинга антропогенного воздействия



II. Биологические

- **Биоиндикация** - обнаружение и определение экологически значимых природных и антропогенных нагрузок на основе реакций на них живых организмов *непосредственно в среде их обитания*.
- **Биотестирование** - установление в лабораторных условиях токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения их жизненно важных функций.

«+»

- ❖ не требуют предварительной идентификации конкретных веществ
- ❖ просты в реализации
- ❖ относительно дешевы
- ❖ экспрессны
- ❖ позволяют вести контроль в непрерывном режиме

Методы биологического мониторинга.

Биоиндикация



- **Биоиндикаторы** – организмы, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды.

Требования к идеальному биоиндикатору:

- Быть типичным для данных условий
- Иметь высокую численность в данном экотопе
- Обитать в данном месте в течение ряда лет
- Находиться в условиях, удобных для отбора проб
- Давать возможность проводить анализы без предварительного концентрирования проб
- Иметь короткий период онтогенеза
- Иметь максимальную скорость отклика и выраженность параметров проявления эффектов воздействия!!!



Объекты-биоиндикаторы

- Бактерии
- водоросли
- высшие растения
- беспозвоночные животные
- млекопитающие



Объекты-биоиндикаторы. Преимущества позвоночных животных

- активный обмен веществ
- являются участниками одновременно нескольких пищевых цепей
- имеют хорошо дифференцированные ткани с различной способностью аккумуляции веществ и отклика на воздействие
- животных с коротким циклом и многочисленным потомством можно использовать для отслеживания отклика в нескольких поколениях
- физиологическая близость к человеку!!!



Области применения биоиндикаторов. Оценка качества воздуха.

Изменение состава воздуха создает опасность для человека, животных, растений.

В качестве организмов-биоиндикаторов чаще используются:

- Низшие растения (лишайники).
Критерии: площадь покрытия, количество видов, количество доминирующих видов)
- Голосеменные (сосна и др.).
Критерии: гибель, скорость восстановления, морфология хвои, репродуктивная способность).



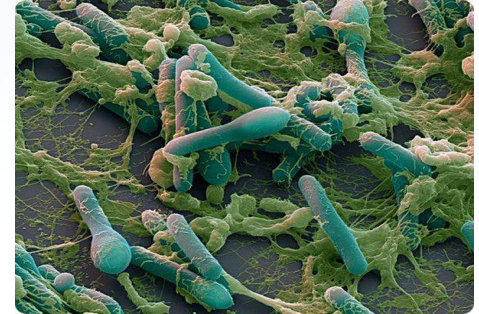
Области применения биоиндикаторов. Оценка качества воды



В качестве организмов-биоиндикаторов могут использоваться все группы организмов, населяющих водоем (планктонные, бентосные беспозвоночные, простейшие, водоросли, бактерии, рыбы и т.д.).

Чаще используются:

- **Микроорганизмы.** Критерии: определение общего микробного числа в водоеме, анализ активного ила.
- **Зообентос.** Критерии: учет видового разнообразия (черви, насекомые, моллюски и др.), соотношение различных видов организмов (плесневые грибы, инфузории, круглые черви, колдовратки, водные клещи,





Области применения биоиндикаторов. Оценка качества почв

Почва рассматривается как среда обитания для организмов. В качестве организмов-биоиндикаторов чаще используются:

- **Растения.** Позволяют оценить механический состав, влажность, засоленность почвы и .др. Критерии: структура сообществ, распространение растений или признаков у отдельных растений.
- **Сообщества крупных беспозвоночных** (дождевые черви, многоножки, личинки насекомых). Критерии: количество биомассы, ферментативная активность почвы, количество и скорость накопления продуктов жизнедеятельности почвообразующих организмов.





Биотестирование

Использование в контролируемых условиях биообъектов в качестве средства выявления суммарной токсичности среды путем :

- оценки действия фактора на интегральные показатели (выживаемость, плодовитость, рост, видовой состав) организма
- оценки частных параметров (физиологические, биохимические функции в целом или отдельные функции органа, системы органов и тканей).



Методология основана на исследовании



Биотестирование. Требования к методам

- Быть адекватными не только для лабораторного моделирования, но и для исследований в природе
- Быть адекватными для любого вида живых существ и любого воздействия
- Быть применимым для оценки любых экологических изменений (физические, химические, биологические) среды обитания живых организмов
- Быть достаточно простыми и не слишком дорогостоящими для широкого использования
- Быть чувствительными для начальных (обратимых) экологических изменений

Методы (подходы) биотестирования



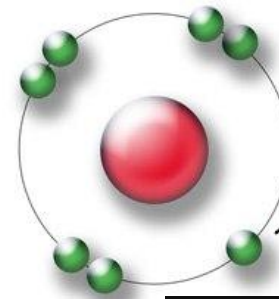
- ✓ Биохимический мониторинг
- ✓ Морфологический мониторинг
- ✓ Физиологический мониторинг
- ✓ Биофизический мониторинг
- ✓ Иммунологический мониторинг
- ✓ Генетический мониторинг



Биохимические методы

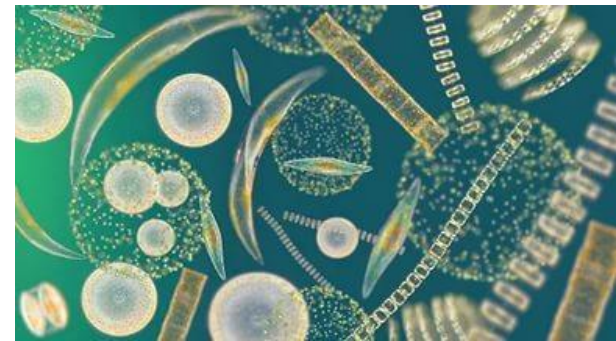
Основаны на оценке эффективности биохимических реакций, уровне ферментативной активности, накоплении продуктов обмена, изменяющихся в ответ на «стресс».

- Оценка эффективности свободнорадикальных реакций. (оценка нарушения эмбрионального развития низших водных животных (лягушка))
- Анализ ферментативной активности почвенных и водных микроорганизмов (тест на пизозимную активность)



Свободный радикал

Атом имеет один неспаренный электрон





Морфологические методы

- Основаны на учете отклонений от нормального строения морфологических признаков организмов.
- Критерий: анализ асимметрии, как нарушение способности организма к формированию генетически детерминированного фенотипа.
- Ряска (анализ качества воды). Критерии: гибель, расслоение .
- Эмбрионы амфибий. Критерий: морфологические аномалии зародыша, гибель.

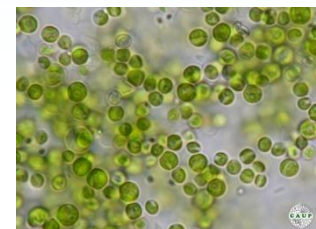




Физиологические методы

Оценка качеств водоемов:

- Одноклеточные водоросли (хлорелла). Критерии: выживаемость, численность, содержание хлорофилла при культивировании на питательных средах; кислородная продуктивность
- Инфузории. Критерий: изменение двигательной активности при воздействии фактора, скорости выживаемости, формы.
- Дафнии. Критерии: выживаемость, плодовитость
- Рыбы (гуппи) Критерий: выживаемость в сравнении с водопроводной водой



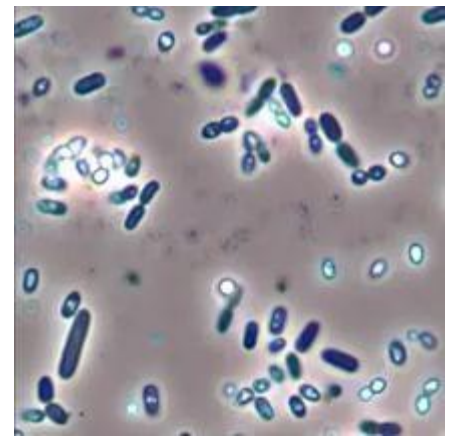


Физиологические методы

Основаны на учете темпа и ритмики ростковых процессов, поведенческой активности организмов, характеристик энергетических процессов.

Оценка качества почвы:

- Растения (злаки). Оценка загрязнения среды тяжелыми Мс. Критерий: скорость прироста coleoptilia.
- Микроорганизмы. Критерии: анализ азотфиксирующей и денитрифицирующей активности





Биофизические методы

Основаны на инструментальном определении нарушений биофизических и биохимических процессов : функций мембранных структур, электропроводность тканей, способность генерировать электрический потенциал и т.п. с использованием люминисцентных и флуориметрических методов.



- **Гидробионты** (асцидии, раки, иглокожие, губки, моллюски. Критерий: оценка фильтрационной активности
- **Фототрофные бактерии** (хлорелла). Оценка качества воды, грунта. Критерии: оценка фотосинтетической активности.
- **Древесные растения** (липа, клен, тополь). Оценка воздушной среды. Критерий:





Иммунологические методы

- Беспозвоночные животные (моллюски, морские звезды)
- Высшие животные (рыбы).
- Критерий: исследование параметров врожденного иммунитета-реакции гемагглютинации; определение концентрации белка в биологических жидкостях (плазма и перивисцеральная жидкость); определение концентрации лизоцима в биологических жидкостях.





Генетические методы

Основные направления:

- ✓ оценка появления и накопления в окружающей среде генотоксических веществ;
- ✓ изучение способности индуцировать тот или иной вид генетических нарушений;
- ✓ изучение спектра мутационного воздействия веществ на организмы.

