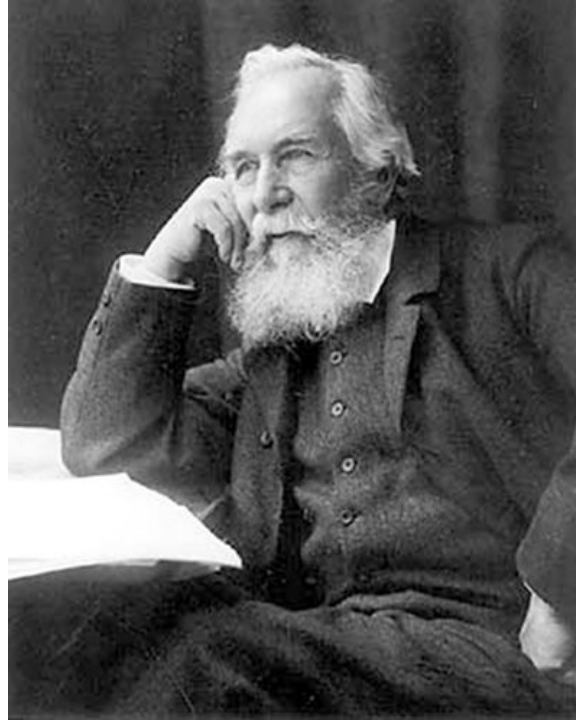


Экологический мониторинг окружающей среды





- **Эколоѓия** (от др.-греч. οἶκος — обиталище, жилище, дом, имущество и λόγος — понятие, учение, наука) — наука о взаимодействиях живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой.
- Термин впервые предложил немецкий биолог **Эрнст Геккель** в 1866 году в книге «Общая морфология организмов» («Generelle Morphologie der Organismen»).
- **Объекты исследования экологии** — в основном, системы выше уровня отдельных организмов: популяции, биоценозы, экосистемы, а также вся биосфера. Предмет изучения — организация и функционирование таких систем.

- Б. Коммонер (1917 —2012) — американский биолог и эколог сформулировал основные **4 закона ЭКОЛОГИИ**:
 1. Всё связано со всем
 2. Ничто не исчезает в никуда
 3. Природа знает лучше — закон имеет двойной смысл — одновременно призыв сблизиться с природой и призыв крайне осторожно обращаться с природными системами.
 4. Ничто не даётся даром (вольный перевод — в оригинале что-то вроде «Бесплатных обедов не бывает»)





- Главная **задача** прикладной экологии — разработка принципов рационального использования природных ресурсов на основе сформулированных общих закономерностей организации жизни.
- **Методы исследований** в экологии подразделяются на полевые, экспериментальные и методы моделирования.
- Полевые методы представляют собой наблюдения за функционированием организмов в их естественной среде обитания.
- Экспериментальные методы включают в себя варьирование различных факторов, влияющих на организмы, по выработанной программе в стационарных лабораторных условиях.
- Методы моделирования позволяют прогнозировать развитие различных процессов взаимодействия живых систем между собой и с окружающей их средой.

Под «экологическим качеством» среды обитания человека понимают интегральную характеристику природной среды, обеспечивающую сохранение здоровья и комфортное проживание человека

- Современный лик Земли и состав основных сред обитания живых организмов – почвы, воздуха, воды – созданы и поддерживаются благодаря жизнедеятельности и взаимодействию мириадом живых существ.
- Искусственно создать среду обитания для человека не удастся. Только биота (совокупность разнообразных живых организмов) поддерживает и регулирует качество среды – параметры, необходимые для жизни (температуру, влажность, солевой состав, соотношение газов в атмосфере, климат).
- Сейчас науке известны не менее 7 млн. биологических видов, и ученые считают, что эта цифра составляет только часть от реально существующего разнообразия обитателей Земли.



Среда обитания

- Понятие «**качество среды**» подразумевает сохранение экологического равновесия в природе (относительной устойчивости видового состава экосистем и состава сред жизни), которое обеспечивает сохранение биоразнообразия и здоровье человека.
- Под **средой обитания** подразумевается совокупность естественных и искусственных биологических, физических, химических и социальных факторов, способных оказывать прямое или косвенное влияние на состояние биотической и абиотической компонентов биосферы и на человека.
- Окружающая среда образует три взаимосвязанных компонента.
- 1. Естественная природная среда, в том числе ее абиотическая компонента (литосфера, атмосфера, педосфера, гидросфера).
- 2. Агросфера – преобразованная человеком квазиприродная среда.
- 3. Техносфера – искусственная окружающая среда, или артеприрода

Выделяют следующие виды воздействий:

- Воздействия, вызванные социально-экономическим использованием экологических систем – добыча полезных ископаемых, заготовка древесины, промышленный промысел, сельскохозяйственная деятельность, строительство жилища, гидроэлектростанций, водохранилищ, трансформация естественных экосистем в рекреационные зоны и др.
- Воздействия, приводящие к загрязнению природной среды:
 - **Химическое загрязнение**, когда загрязняющим фактором является какое-либо вещество или комбинация веществ. Такой тип воздействия является наиболее распространенным в настоящее время, что позволило выделить изучение влияния химических веществ и их комбинаций на биологические системы в отдельную дисциплину экологии – экологическую токсикологию. Кроме стабильных элементов, экологическая токсикология рассматривает и действие на биологические системы различных изотопов, в том числе радиоактивных. Этот раздел экологической токсикологии получил название радиоэкология.
 - **Физическое загрязнение** – электромагнитные излучения, повышение температуры, шумы и др.
 - **Биологическое загрязнение** – бактериальное, введение в экологические системы растений и животных из других, принципиально отличающихся биоценозов (например, завоз кроликов, собак и овец в Австралию), введение в экосистемы генетически модифицированных живых организмов и др.



- При оценке влияния токсических веществ на здоровье человека четко определены критерии патологического состояния биологической системы. В частности, нежелательным, неблагоприятным патологическим состоянием может быть гибель организма, болезнь или развитие тех или иных патологических симптомов или синдромов.
- Среди возможных неблагоприятных эффектов токсического воздействия химических веществ на здоровье человека можно выделить следующие:
 - Острая токсичность.
 - Раздражение слизистых оболочек (глаза, кожа).
 - Хроническая токсичность.
 - Нейротоксичность.
 - Влияние на репродуктивную функцию.
 - Влияние на развитие организма.
 - Мутагенное действие.

- Рабочим инструментом оценки воздействия и характеристики биоценотических эффектов является экологический мониторинг.
- **Экологический мониторинг** включает в себя обследование абиотических компонентов экосистемы и оценку состояния биоценоза. При этом для оценки абиотической составляющей экологический мониторинг использует следующие методологические подходы: химические исследования (атомно-абсорбционная спектроскопия, газовая хроматография, радиохимия и др.), физические методы исследования (определение давления, скорости ветра, влажности, температуры, напряженности электромагнитного поля, уровней гамма-поля и др.), геологические, метеорологические, гидрологические и др.
- А основным инструментом для оценки биотической составляющей экосистемы является **биологический мониторинг**.



Экологический мониторинг и его назначение

- **Экологический мониторинг - это система регулярных длительных наблюдений в пространстве и времени, дающая информацию о состоянии окружающей среды с целью оценки прошлого, настоящего и прогноза в будущем параметров окружающей среды, имеющих значение для человека.**
- **Сама система мониторинга не включает деятельность по управлению качеством среды, но является источником информации, необходимой для принятия экологически значимых решений.**

Мониторинг

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	

- **Предельно допустимая концентрация (ПДК)** — утверждённый в законодательном порядке санитарно-гигиенический норматив. Под ПДК понимается такая концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений

Уровни ПДК одного и того же вещества различны для разных объектов внешней среды.

В России.

Для воздушной среды .Для атмосферного воздуха населённых мест и закрытых помещений СанПиН 2.1.6.1032-01

ПДК_{сс} — среднесуточное,

ПДК_{мр} — максимально-разовое,

Для воздуха рабочей зоны ГОСТ 12.1.005-88

ПДК_{мр.рз} — максимальное разовое в рабочей зоне,

ПДК_{сс.рс} — среднесменная в рабочей зоне,

Для водной среды

ПДК_{в1} — водных объектов 1-й категории водопользования,

ПДК_{в2} — водных объектов 2-й категории водопользования,

ПДК_{рыбхоз} - для водоёмов рыбохозяйственного назначения (см. нормативы 2010 года),

Классы загрязнённости воды определяются исходя из частоты и кратности превышения

ПДК по набору показателей

Для почвы

ПДК_п.

Для продуктов питания

ПДК_{пп}

Максимально-разовое значение ПДК устанавливается для предотвращения рефлекторных реакций человека при кратковременном действии примесей.

Среднесуточное значение ПДК устанавливается для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного и sensibilizing действия вещества на организм человека.

- Значения ПДК включены в ГОСТы, санитарные нормы и другие нормативные документы, обязательные для исполнения на всей территории государства; их учитывают при проектировании технологических процессов, оборудования, очистных устройств и пр.
- Санитарно-эпидемиологическая служба в порядке санитарного надзора систематически контролирует соблюдение нормативов ПДК в воде водоёмов хозяйственно-питьевого водопользования, в атмосферном воздухе и в воздухе производственных помещений; контроль за состоянием водоёмов рыбопромыслового

- Для установления ПДК используют расчётные методы, результаты биологических экспериментов, а также материалы динамических наблюдений за состоянием здоровья лиц, подвергшихся воздействию вредных веществ.
- В последнее время широко используются методы компьютерного моделирования, предсказания биологической активности новых веществ, биотестирование на различных объектах.

- Время расцвета концепции «предельно-допустимых величин» приходится на середину XX века. ПДК устанавливались из расчёта, что существует некое **предельное значение вредного фактора, ниже которого пребывание в данной зоне (или, например, использование продукта) совершенно безопасно.**
- Поэтому значения ПДК, устанавливаемые на основании **экспериментальных** данных о токсичности и иных привходящих обстоятельствах, не одинаковы в разных странах и периодически

- **Физические и химические** методы дают качественные и количественные характеристики фактора, но лишь косвенно судят о его биологическом действии.
- **Биомониторинг**, наоборот, позволяет получить информацию о биологических последствиях изменения среды и сделать лишь косвенные выводы об особенностях самого фактора. Таким образом, при оценке состояния среды желательно сочетать физико-химические методы с биологическими.
- Актуальность биомониторинга обусловлена также простотой, скоростью и дешевизной определения качества среды. Во многих случаях биоиндикация позволяет быстро обнаружить наиболее загрязненные местообитания, а широкое использование методов биомониторинга предприятиями позволит более оперативно и достоверно оценивать качество окружающей среды и в комплексе с другими инструментальными методами стать существенным звеном в системе экологического мониторинга.

Биомониторинг

- может осуществляться на всех уровнях организации живого: биологических макромолекул, клеток, тканей и органов, организмов, популяций (пространственная группировка особей одного вида), сообществ, экосистем и биосферы в целом.
- На низших уровнях биомониторинга возможны прямые и специфические формы, на высших – лишь косвенные и неспецифические.
- Однако именно последние дают комплексную оценку влияния

Цели мониторинга

- **Задачи:**
 1. Наблюдение: За состоянием окружающей среды
 2. Выявление: Наблюдаемых изменений состояния окружающей среды, связанных с деятельностью человека
 3. Анализ Наблюдаемых изменений
 4. Моделирование Изменений экологической ситуации
-
- **Цели:**
 - Оценка состояния окружающей среды
 - Прогноз Предполагаемых изменений состояния окружающей среды

Биологический мониторинг

- — часть экологического мониторинга, основанный на наблюдении за реакцией живых организмов на загрязнение окружающей среды.
- Две составляющие – биоиндикация и биотестирование.

- **Биотестирование (*bioassay*)** – это процедура установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов. Для оценки параметров среды используются стандартизованные реакции живых организмов (или отдельных органов, тканей, клеток и молекул).

Биоиндикация

Биоиндикация (bioindication)

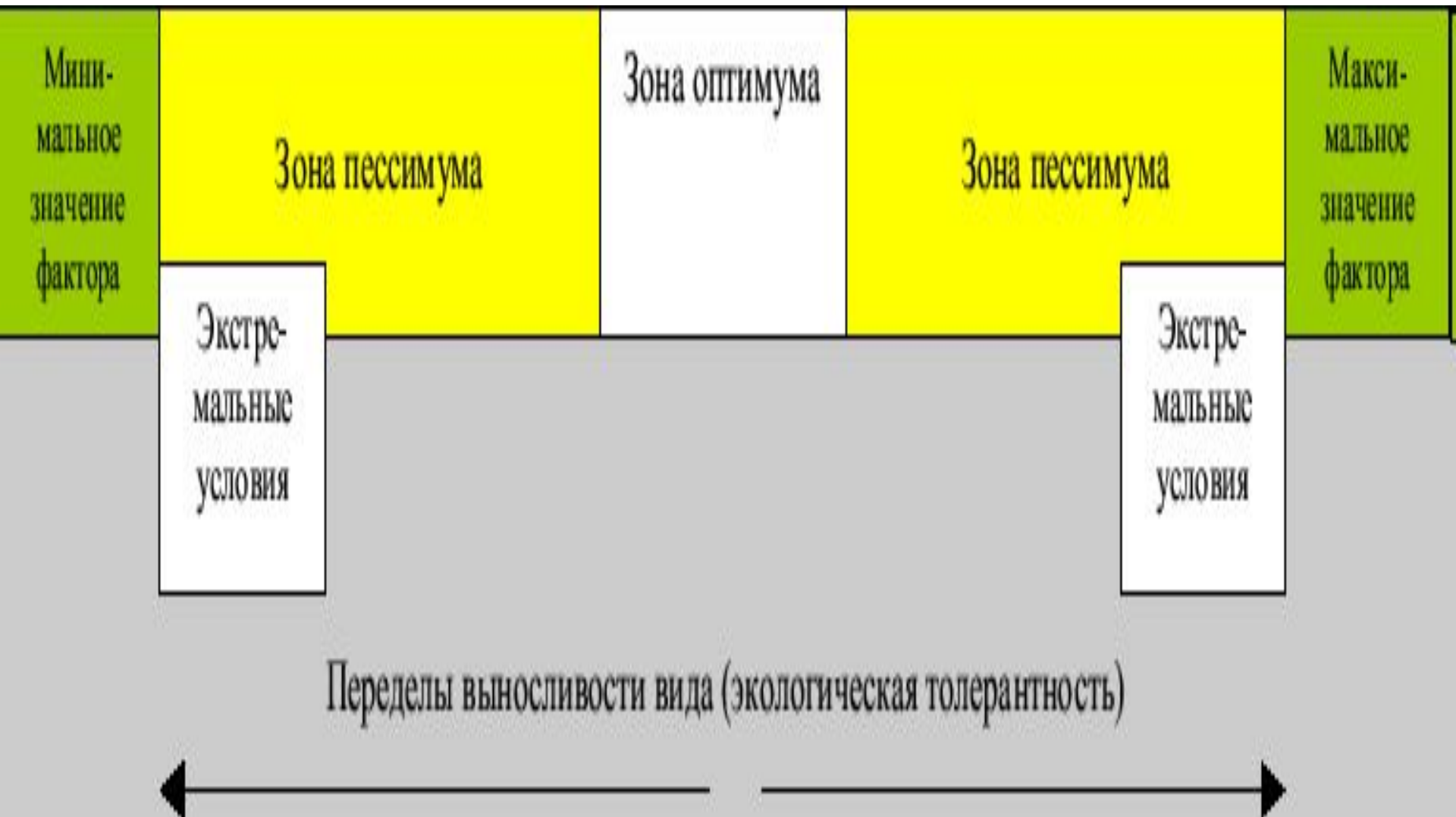
- – это обнаружение и определение экологически значимых природных и антропогенных нагрузок на основе реакций на них живых организмов непосредственно в среде их обитания.
- Биоиндикацию часто путают с биотестированием. Но при биоиндикации организмы извлекаются из природы и по их состоянию оценивают степень загрязнения, при биотестировании качество воды, почвы оценивается посредством лабораторных объектов (животных, растительных, одноклеточных), помещённых в тестируемую среду уже в лаборатории.

Биоиндикаторы – (от био... и лат.*indico* – указываю, определяю)

- Организмы, присутствие, количество или особенности развития которых, служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания.
- Любой фактор, если он выходит за пределы «зоны комфорта» для данного организма, является стрессовым. В этом случае организм реагирует ответной реакцией различной интенсивности и длительности, проявление которой зависит от вида и является показателем его индикаторной ценности. Именно ответную реакцию определяют методы биоиндикации.
- Состояние организма, его численность, структура популяции отражает благоприятность состояния окружающей среды. Такие организмы, жизненные функции которых тесно скоррелированы с отдельными факторами среды называются биоиндикаторами

Экологический фактор

- Результаты действия переменного фактора зависят прежде всего от силы его проявления, или дозировки. Недостаточное либо избыточное их действие сказывается на организмах отрицательно.
- **Зона оптимума** — это тот диапазон действия фактора, который наиболее благоприятен для жизнедеятельности. Отклонения от оптимума определяют зоны пессимума. В них организмы испытывают угнетение. Чем сильнее отклонение от оптимума, тем больше выражено угнетающее действие данного фактора на организмы (**зона пессимума**).
- **Закон оптимума универсален**. Он определяет границы условий, в которых возможно существование видов, а также меру изменчивости этих условий. Виды чрезвычайно разнообразны по способности переносить изменения факторов.
- В природе выделяются два крайних варианта — узкая специализация и широкая выносливость.
- У специализированных видов критические точки значения фактора сильно сближены, такие виды могут жить только в относительно постоянных условиях. Виды с узким диапазоном выносливости называют **стенобионтами**.
- Виды с широким диапазоном выносливости называют— **эврибионтами**.



Биоиндексация

- В ходе онтогенетического и филогенетического развития любой организм в отношении любого фактора обладает **генетически** детерминированным и **филогенетически** приобретённым, уникальным физиологическим диапазоном толерантности, в пределах которого данный фактор не оказывает существенного влияния на жизнедеятельность организма, является переносимым. м.
- В случае низкой или высокой интенсивности силы фактора организм находится в зонах физиологического пессимума, когда силы воздействия находится за максимальными или минимальными пределами для конкретного организма — наступает угнетение жизнедеятельности организма и организм погибает. Данный диапазон неодинаков как для различных особей популяции (но колеблется в пределах определённых для вида) и неодинаков в разные стадии жизненного цикла организма, а также в случае когда значение интенсивности других факторов находятся либо в зоне пессимума или угнетения.

Реакція організму



Виды биоиндикаторов

- ◆ ботанические;
- ◆ зоологические;
- ◆ микробиологические;
- ◆ биохимические



Биоиндикационный метод позволяет:

- ◆ Обеспечить постоянную оценку экологических условий и выявить текущее состояние среды обитания человека.
- ◆ Установить причины негативного воздействия на природные среды, природные объекты, и предсказать ущерб.
- ◆ Сделать прогноз изменения состояния экологической обстановки на ближайшую и отдаленную перспективу



- ◆ Для биоиндикации используются растения и животные. Они обладают различной устойчивостью к антропогенным воздействиям. Растения служат хорошим показателем изменения окружающей среды антропогенными загрязнениями. А животные в свою очередь интересны как объект, физиологически близкий человеку. По их реакциям можно предвидеть последствия загрязнения не только для природы, но и для человека. Микробы, наиболее быстро реагирующие биоиндикаторы и по этому лучше всего подходят для санитарно-медицинских экспериментов.



Существует две формы биоиндикации:

- когда одинаковые реакции организма могут быть вызваны различными факторами среды (в том числе и антропогенного происхождения) — тогда речь идёт о неспецифической биоиндикации;
- когда изменения реакции чётко связаны с изменением конкретного фактора — специфическая биоиндикация.

Применение в эпидемиологии и санитарии

- Оценка угрозы инфекционных заболеваний достигается при мониторинге загрязнения водоемов сточными водами. Именно канализационные стоки могут содержать патогенные микроорганизмы — основной источник инфекций, передаваемых через воду. Поскольку патогенных микроорганизмов много, каждый выявлять трудоемко и нецелесообразно, разработан тест на кишечную палочку (*Escherichia coli*). Эта бактерия обитает в огромных количествах в толстой кишке человека и отсутствует во внешней среде. *E.coli* не патогенна и даже необходима человеку, но ее присутствие во внешней среде — индикатор неочищенных канализационных стоков, в которой могут быть и патогенные микробы.

Применение в экологии

- Биоиндикация — оценка качества среды обитания и её отдельных характеристик по состоянию биоты в природных условиях. Для учёта изменения среды под действием антропогенного фактора составляются списки индикаторных организмов — биоиндикаторов.

Применение в геологических исследованиях

- Ряд растений-индикаторов определённым видимым образом реагирует на повышенные или пониженные концентрации микро- и макроэлементов в почве. Это явление используется для предварительной оценки почв, определения возможных мест поиска полезных ископаемых.

Биоиндикация ботаническая

Плодородие почвы	Биоиндикаторы	
	На лугах	в лесах
Очень высокое	Чина луговая, костер безостый, таволга, осока лисья	Малина, крапива, Иван-чай, чистотел, копытень
Умеренное (среднее)	Овсяница луговая, лисохвост луговой, щучка дернистая, купальница, вероника длиннолистная	Майник двулистный, медуница, грушанка, купальница
Низкое	Белоус, ситник нитевидный, душистый колосок, кошачья лапка	Сфагновые мхи, черника, брусника, клюква

биоиндикация

Почвы	Биоиндикаторы
Кислые (рН меньше 5,0)	Белоус, душистый колос, щавель малый, хвощ, клюква, голубика, сфагнум, вереск, зелёные мхи, сфагнум плаун.
Слабокислые (рН 5,1 – 5,5)	Ромашка непахучая, манжетка, метлица полевая, вейник ланцетный, щучка, лютик едкий, погребок
Нейтральные (рН 5,5 – 7,0)	Лисохвост луговой, цикорий. Овсяница луговая, мятлик луговой, борщевик сибирский, тимофеевка луговая, клевер луговой, сныть европейская, лисохвост луговой, мыльнянка лекарственная
Щелочные (рН больше 7,0)	Бересклет бородавчатый, бузина сибирская, песчанка, мать-и-мачеха, очиток едкий, горчица

ОЦЕНКА СОЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ПО ЛИСТЬЯМ ЛИПЫ

- ◆ Липа весьма чувствительна к загрязнению почвы солями, попадающими сюда вместе с песком в зимний период. Показателем реакции является краевой хлороз на листьях. Поэтому по величине повреждения листовых пластинок липы можно судить о степени засоления газонов.



Фитоиндикация избыточного содержания некоторых химических элементов в почве

- ◆ Растения могут весьма чувствительно реагировать на избыточное содержание некоторых элементов, в частности, металлов, в почве. При этом может изменяться окраска листовой пластинки, наблюдаются хлорозы и некрозы. Следовательно, оценив состояние растений на той или иной территории, можно сделать некоторые выводы о загрязненности почвы.

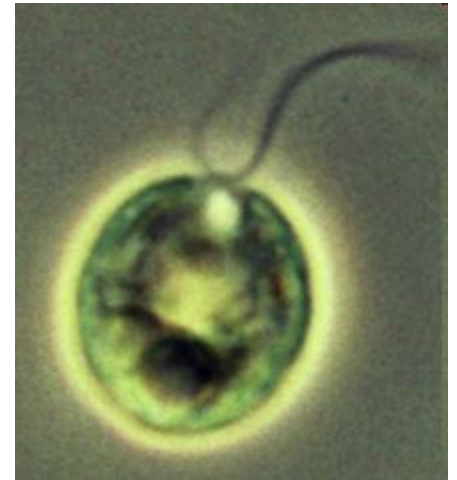
Таблица 2. Признаки избыточного содержания некоторых микроэлементов в почве

Элемент	Реакция растения
Цинк	Обесцвечивание и отмирание тканей листа, пожелтение молодых листьев, отмирание верхушечных почек, окрашивание жилок в красный или черный цвет. Первые признаки проявляются на молодых растениях.
Медь	Хлороз молодых листьев. При этом жилки остаются зелеными.
Марганец	Междужилковый хлороз, некроз тканей. Молодые листья искривляются и сморщиваются
Железо	На молодых листьях хлороз между жилками, которые остаются зелеными. Позднее лист становится беловатым или желтым.

Обитатели чистых вод: ручейник, улотрикс, двустворчатые моллюски



Обитатели грязных вод: пиявки, мотыль, цианобактерии

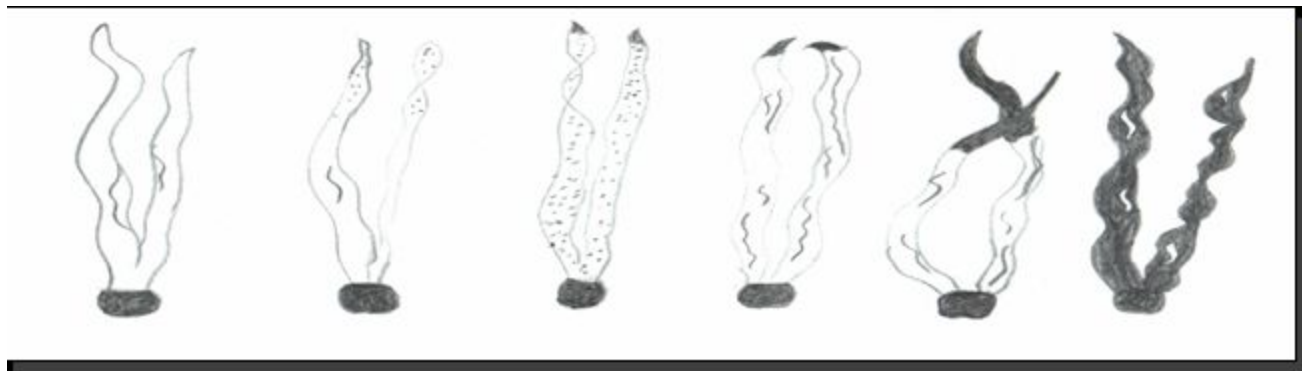


Методика основана на выявлении, учете и сравнительном анализе асимметрии у разных видов ивых организмов по определенным признакам.



Рис. Определение величины флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических структур листа березы повислой (*Betula pendula*)
1- ширина левой и правой половинок листа. 2 - длина жилки второго порядка, второй от основания листа. 3 - расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка. 4 - расстояние между концами этих же жилок. 5 - угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

Биоиндикация загрязнения воздуха по комплексу признаков сосны обыкновенной



- Повреждения (1а — 3а): 1а — хвоинки без пятен; 2а — с небольшим числом мелких пятнышек; 3а — с большим числом черных и желтых пятен, некоторые из них крупные, во всю ширину хвоинки.
- Усыхание (1б — 4б); 1б — нет сухих участков; 2б — кончик на 2 — 5 мм усох;
- 3б — усохла треть хвоинки; 4б — вся хвоинка желтая или более половины ее длины

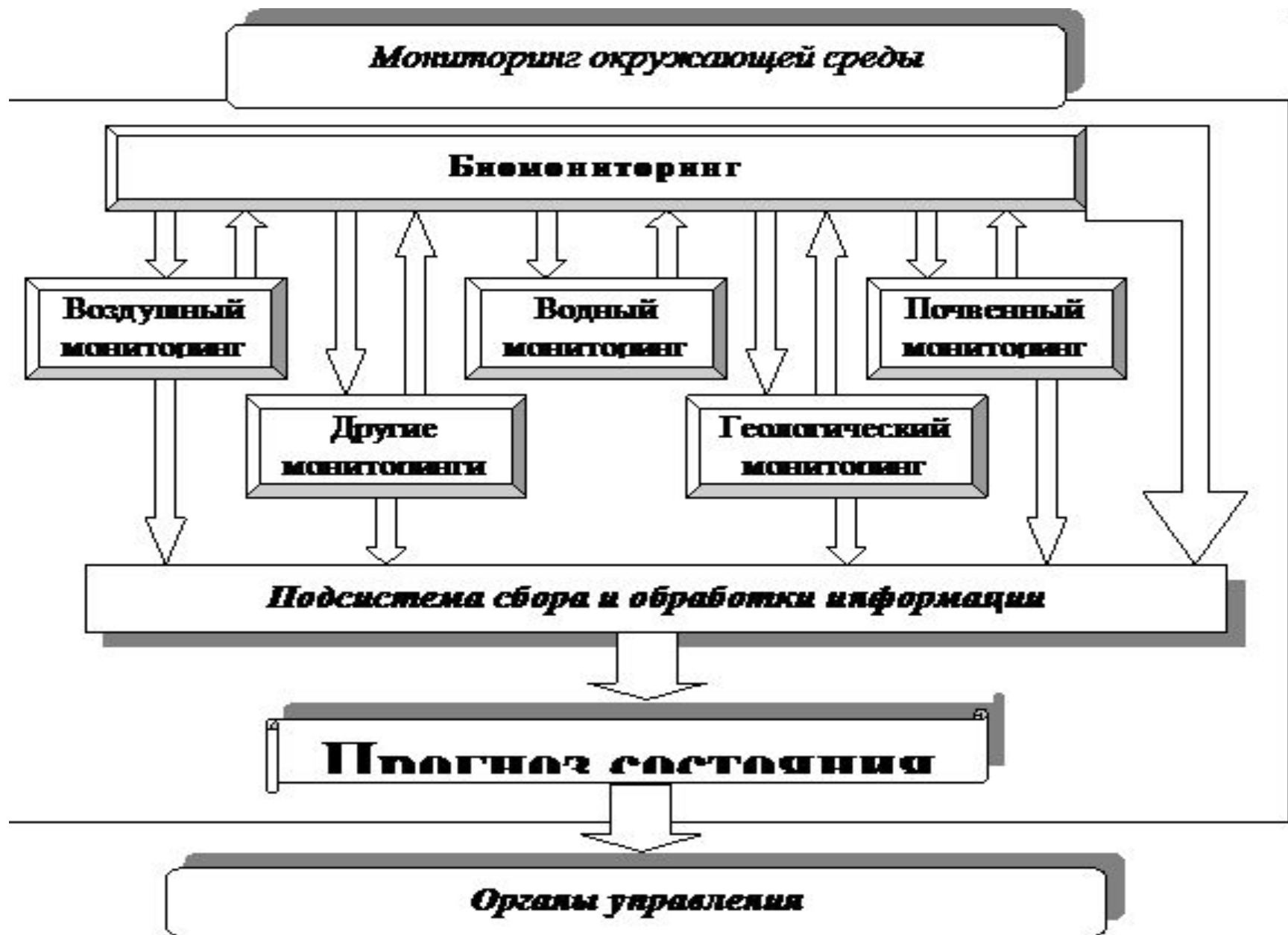
Индикаторы загрязнения воздуха



Разнообразие мхов.



Лиственница.



Что есть почва?

М.В. Ломоносов в своем трактате «О слоях земных» ставит вопрос: «Что есть почва?».

Почва – это особое природное тело, образующееся на поверхности Земли и обладающее уникальным свойством – плодородием, т.е. способностью обеспечивать рост растений, давать им питание.

Факторы, влияющие на состояние почвы

