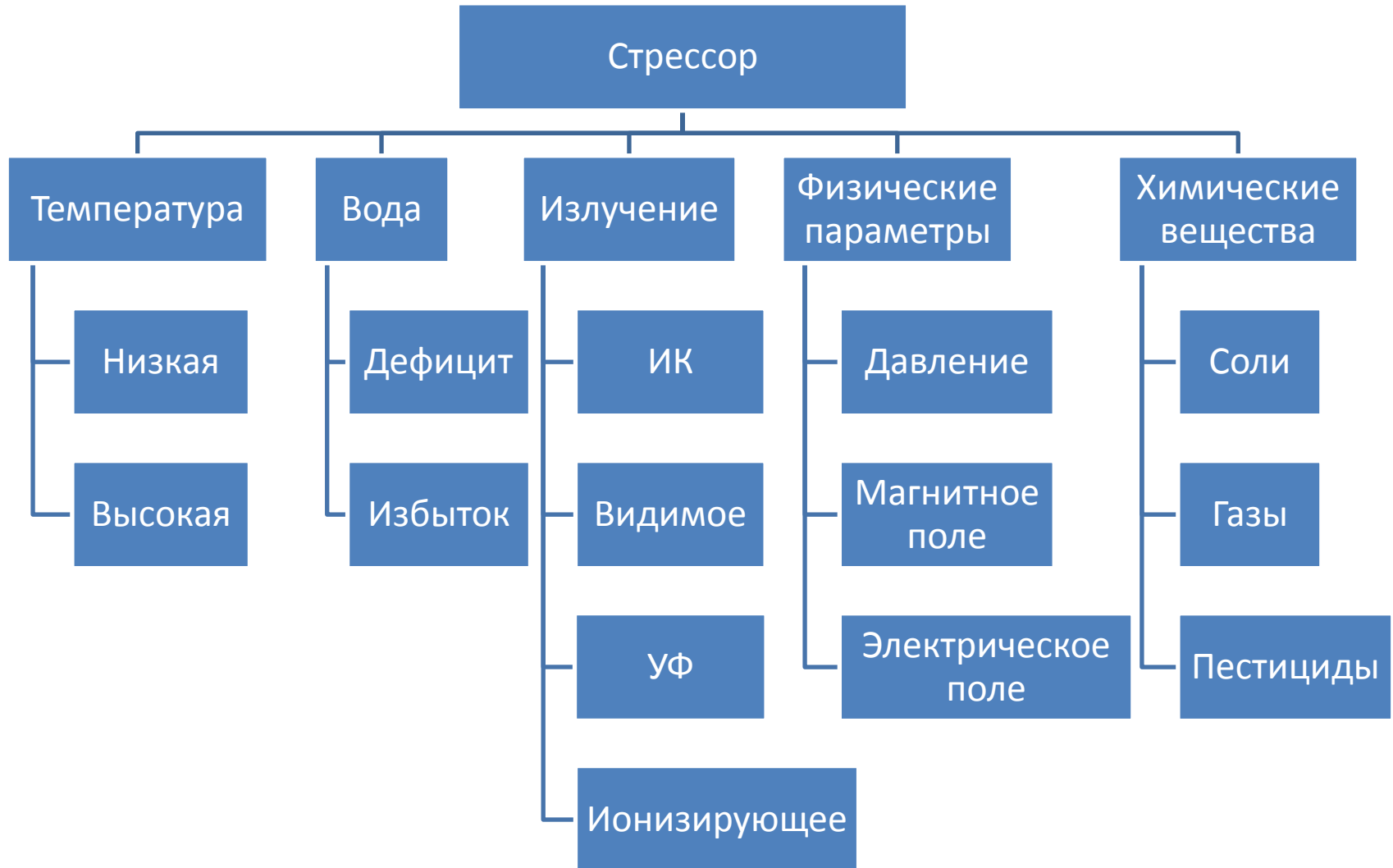


Методы биоиндикации

Лекция 3. Биотические реакции
разного уровня на антропогенные
стрессоры

Стрессор

Факторы, вызывающие стресс, называют стрессорами



Раздел 1

БИОХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ НА АНТРОПОГЕННЫЕ СТРЕССОРЫ

Механизм действия стрессоров

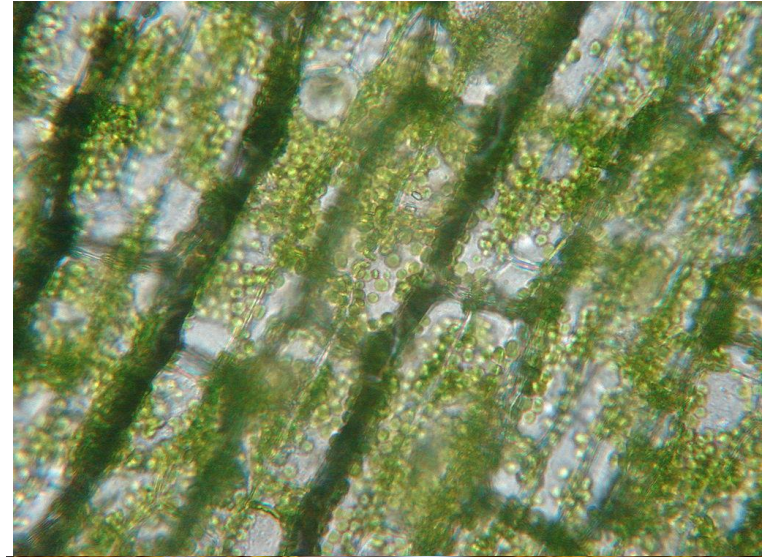
- видимые симптомы какого-нибудь повреждения – результат изменений в обмене веществ растений и животных;
- точное знание механизмов действия стрессора позволяет провести раннюю диагностику нарушений;
- можно установить механизм адаптаций и предпринять защитные меры.

Действия стрессоров на этапы обмена веществ

- концентрация макромолекул (например, изменяется количество ферментов);
- активность макромолекул (например, ферментативная)
в целом отмечается увеличение их активности при низких концентрациях загрязняющих веществ и снижение – при высоких;
- снижение энергетического баланса;
- нарушение процесса фотосинтеза;
- продуцирование веществ с защитными свойствами, увеличение сахарозы и фруктозы с целью самозащиты;
- преждевременное включение механизмов старения организма:
характерным признаком является увеличение содержания гормонов, регулирующих созревание плодов, старение и опадение листвы и т.д.

Биоиндикационные признаки молекулярного уровня

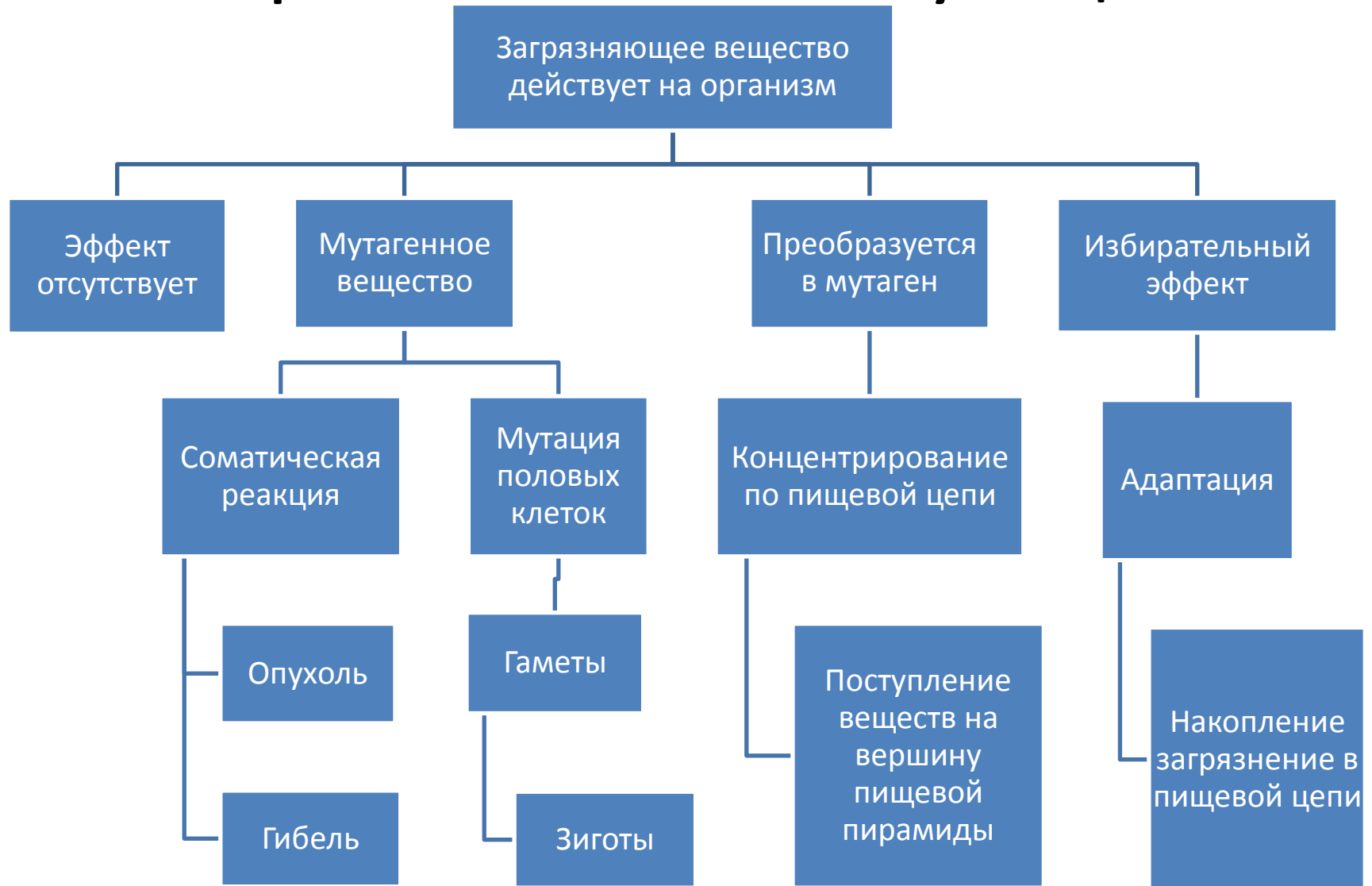
- **хлорофилл** – в качестве биоиндикаторного признака у растений используют уменьшение содержания хлорофилла.
Снижение содержания зелёных пигментов в листьях может происходить вследствие разрушения хлорофиллов под влиянием стрессоров.
- соотношение **каротиноидов** – в листьях и хвое, подвергшихся действию фотоокислителей (фотохимического смога) и газодымовых выбросов двуокиси серы, содержание лютеина повышается, а бета-каротина снижается.



Фотосинтез

- Этот процесс очень чувствителен к изменению факторов внешней среды. Под действием стрессоров фотосинтез подавляется.
- Фотосинтетическая активность хлоропластов связана с пигментами, поглощающими излучение с длиной волн от 400 до 700 нм. Хлорофилл обнаруживает способность к флуоресценции – спонтанному излучению света.
- Эта особенность хлорофилла используется в качестве индикаторного признака нарушений, вызываемых у растений газодымовыми выбросами.

Генетические последствия влияния загрязнения на популяцию



Раздел 2

БИОИНДИКАЦИЯ НА ТКАНЕВОМ И ОРГАНИЗМЕННОМ УРОВНЯХ

Морфологический анализ

- Накопление поллютантов в организме, нарушения метаболизма, приводят к изменению строения тканей, органов и в целом к модификации диагностических признаков видов.
- Чувствительность живых организмов к поллютантам зависит от генетической структуры, стадии развития, условий внешней среды, концентрации поллютанта и меняется в течение вегетационного сезона в зависимости от возраста особи.
- На практике осуществляется основной подход к изучению таких отклонений – это детальный визуальный подход, который включает в себя изучение анатомо-морфологических признаков.
- Изучение анатомо-морфологических признаков, не требующее больших материальных затрат, имеет особое практическое значение для экспресс-оценки интенсивности техногенного воздействия на экосистемы.
- В качестве индикаторных признаков эффективно применение морфологических показателей: высоты растений, длины и ширины листьев, междоузлий и т. д.

Морфологический анализ деревьев

У древесных видов возможно изучение таких морфологических признаков, как:

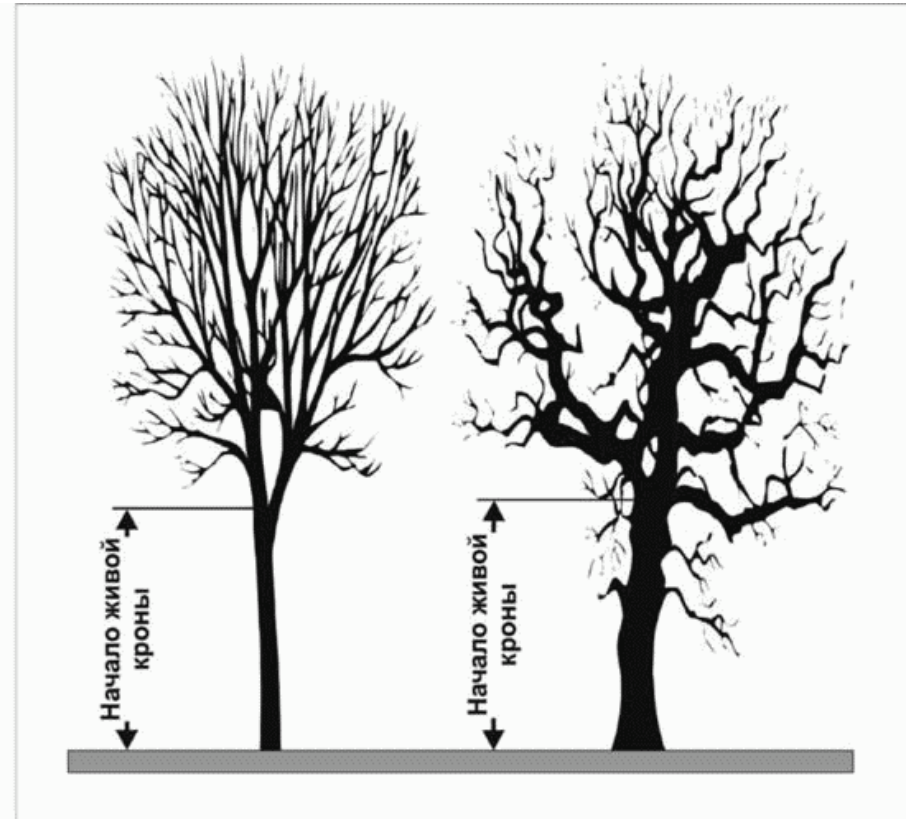
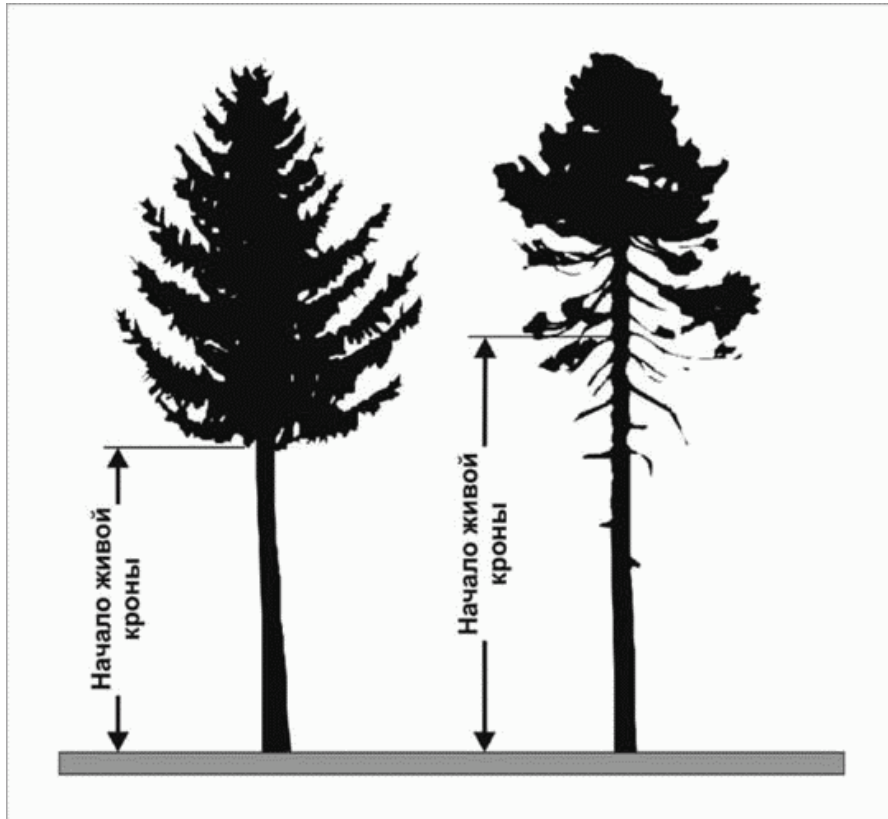
- высота стволов,
- высота прикрепления кроны,
- высота первой живой ветви,
- высота отслаивающейся корки,
- состояние и разреженность кроны,
- суховершинность и др.

Возможность количественной оценки перечисленных параметров при сравнительном анализе фоновых и антропогенно нарушенных территорий с применением аппарата математической статистики повышает надёжность и достоверность прогноза антропогенных сукцессии и выводов о современном состоянии экосистем.



Суховершинность

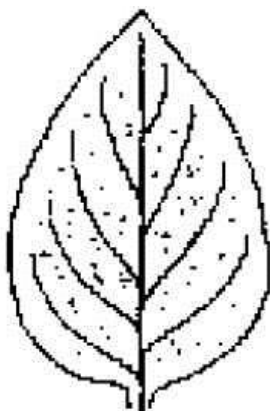
Высота живой кроны



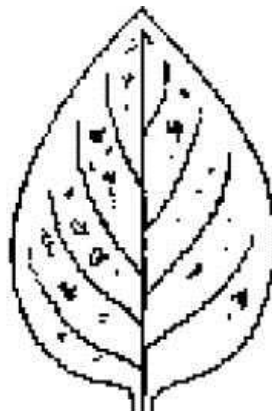
Макроскопические изменения морфологии растений

- а) некрозы – отмирание ограниченных участков ткани, довольно специфичны:
- точечные и пятнистые некрозы – отмирание тканей в виде точек и пятен вследствие O_3 ,
 - межжилковые некрозы – отмирание листовой пластинки между боковыми жилками первого порядка (при воздействии SO_2);
 - краевые некрозы – формы у лип под действием NCl (противогололёдный реагент);
 - верхушечные некрозы – темно-бурые некрозы кончиков хвои под воздействием SO_2 .
- б) опадение листвы (дефолиация) – в большинстве случаев появляется после появления хлорозов и некрозов;
- примерами может служить уменьшение продолжительности жизни хвои у ели, опадание преждевременное листвы у липы, конских каштанов и смородины под действием SO_2 ;
 - дефолиация приводит к уменьшению ассимилирующей площади, сокращению прироста, растрескиванию почек и преждевременному образованию новых побегов;
 - удобным объектом исследования являются хвойные породы, имеющие многолетнюю хвою. В чистых природных экосистемах средний возраст хвои сосны составляет у южной формы 3-4 года, у северной – 8-9 лет. При воздействии токсичных газов возраст хвои сокращается до 1 года в отдельных случаях.

Некрозы



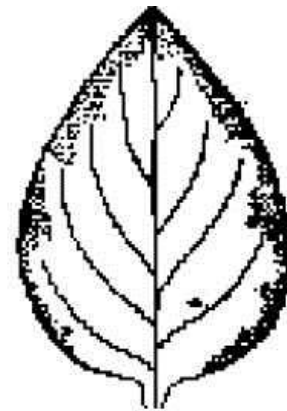
точечные



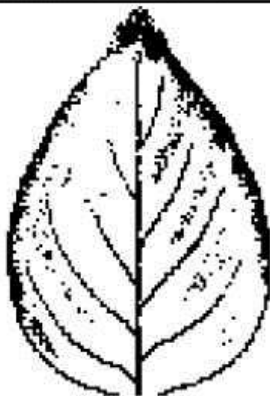
пятнистые



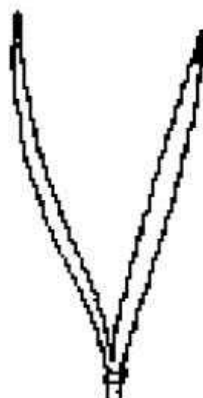
междоульковые



краевые



тип "рыбьего скелета"



вершинные

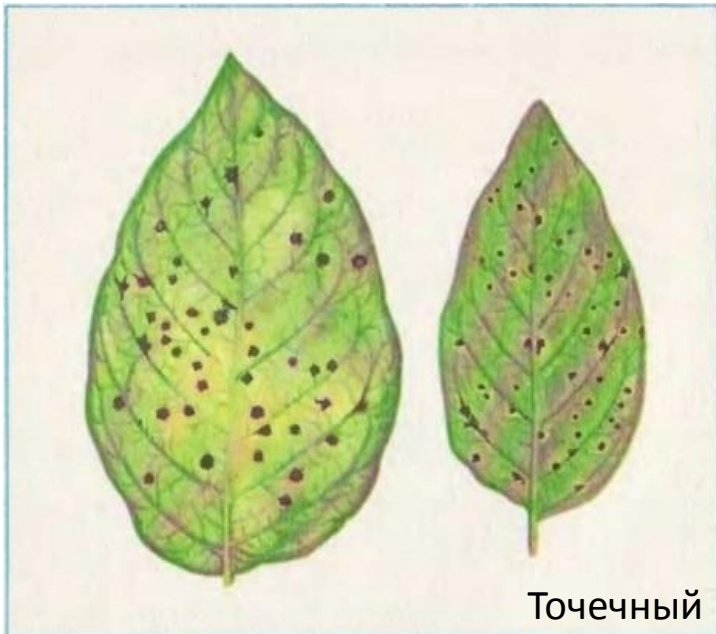


вершинные



линейные

Некрозы



Точечный



Краевой



Пятнистый



Межжилковый

Некрозы хвои

- Некрозы хвои и продолжительность её жизни у сосен, повреждённых дымом.
- Особенно удобными параметрами являются верхушечные некрозы хвои и продолжительность её жизни; их можно определять круглогодично, на основании этих параметров создают картосхемы зон газодымового стресса.
- При определении морфологических изменений следует учитывать влияние воздействия климатических и почвенных)факторов на устойчивость растений.
- При газовом загрязнении на формирование некрозов решающим образом влияет влажность и освещённость.
- При высокой влажности воздуха и почвы растения становятся восприимчивыми особенно; зимой снижение устойчивости вызывается низкими температурами.



Признаки при биоиндикации на организменном уровне

- 1) изменение окраски листьев и тела животных, а также скульптуры поверхности
- 2) изменение размеров и продуктивности растений и животных;
- 3) изменение формы роста;
- 4) показатели поведения животных.
- 5) биоритмические изменения – основными факторами, определяющими цикличность, выступают:
 - освещённость,
 - температура,
 - влажность

Изменение окраски листьев и тела ЖИВОТНЫХ

Изменение окраски листьев – в большинстве случаев неспецифическая реакция на стрессоры:

- хлороз – бледная окраска листьев между жилками (тяжёлые металлы, соединения хлора, хлор); хлороз вызывается нарушением соотношения в организме Fe и Ca. В естественных условиях он может возникать у растений при нарушениях водного, светового режима и заболачивании почв.
- пожелтение листьев или определённых их участков (у лиственных пород под влиянием хлоридов);
- покраснение листьев – накопление пигмента антоциана под действием SO_2 ;
- побурение и побронзовение (начальная стадия тяжёлых некротических повреждений, под действием O_3)

Изменения окраски тела животных.

- Среди реакций окраски тела на антропогенное изменение среды, наиболее известной является "индустриальный меланизм" или "меланизм крупных городов".
- Под меланизмом подразумевается заметное потемнение первоначально светлых форм.

Хлороз



Покраснение листьев



Побронзовование листьев



Изменение размеров и продуктивности растений и животных

- a) изменения размеров органов растений и их положения – чаще всего неспецифичны,
 - хвоя укорачивается под действием SO_2 и удлиняется под действием нитратов;
 - аномальная конфигурация листьев отмечается у лиственных деревьев после радиоактивного облучения;
 - в результате локальных некрозов возникает уродливая деформация, перетягивание, вздувание отдельных участков листовой пластинки; искривление побегов;
 - увеличение или уменьшение частей цветка.
- b) изменение прироста и плодovitости растений – чаще всего неспецифичны, однако широко применяются для биоиндикации
 - измеряют в основном радиальный прирост древесных стволов, прирост в длину побегов и листьев, длину корней;
 - уменьшение образования плодовых тел у грибов, продуктивности у черники и елей в районах, загрязнённых газообразными выбросами.
- c) изменение структуры древесины
 - снижение качества сосновой древесины в результате незначительного её образования летом и выпадения годичных колец под действием SO_2 ;
 - одревеснение корней злаков при обработке гербицидами.

Аномалии роста

