

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»
Кафедра экологии и географии

В.В. Яновская

БИОИНДИКАЦИЯ И БИОПОВРЕЖДЕНИЯ

Методические рекомендации

*Витебск
ВГУ имени П.М. Машерова
2020*

УДК [502.171+504.6+504.5](075.8)
ББК 28.08я73+20.17я73+20.18я73
Я64

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 4 от 26.02.2020.

Автор: доцент кафедры экологии и географии ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат биологических наук **В.В. Яновская**

Рецензент:
заведующий кафедрой экологии и химических технологий УО «ВГТУ»,
кандидат технических наук, доцент *Н.Н. Ясинская*

Яновская, В.В.
Я64 Биоиндикация и биоповреждения : методические рекомендации /
В.В. Яновская. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2020. – 44 с.

Методические рекомендации разработаны для студентов, обучающихся по специальности 1-33 01 01 Биоэкология. В издании рассматриваются некоторые методы и практические приемы, используемые в биоиндикации, позволяющие оценить качество окружающей среды. Отдельный раздел посвящен практическим вопросам регистрации и идентификации биоповреждений.

УДК [502.171+504.6+504.5](075.8)
ББК 28.08я73+20.17я73+20.18я73

© Яновская В.В., 2020
© ВГУ имени П.М. Машерова, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Лабораторная работа № 1. Биоиндикация загрязнения воздуха по состоянию сосны обыкновенной	5
Лабораторная работа № 2. Определение состояния окружающей среды по комплексу признаков у хвойных на примере ели обыкновенной	9
Лабораторная работа № 3. Определение состояния воздуха по лишайникам	12
Лабораторная работа № 4. Индикация состояния окружающей среды по величине флуктуирующей асимметрии листа березы бородавчатой	16
Лабораторная работа № 5. Индикация состояния окружающей среды по частотам встречаемости фенотипов белого клевера	20
Лабораторная работа № 6. Индикация состояния среды по морфологическим реакциям организмов	22
Лабораторная работа № 7. Половая структура популяций жесткокрылых как показатель условий среды обитания	24
Лабораторная работа № 8. Насекомые и растения как биоиндикаторы антропогенной трансформации	25
Практическое занятие № 1. Природа и типы биоповреждений ...	28
Вопросы для самостоятельной работы	29
Тестовые задания по дисциплине	30
Библиографический список	42

ВВЕДЕНИЕ

Биоиндикация – это использование хорошо заметных и доступных для наблюдения биологических объектов с целью определения компонентов менее легко наблюдаемых (например, различных воздействий или загрязнителей). Биоиндикация является составной частью биомониторинга, выполняя функцию экспресс-метода оценки качества окружающей среды, хотя и мало специфичного, но эффективного в регистрации возникающего экологического напряжения. Существует несколько подходов к индикации экологических условий. Основаны они на использовании абсолютных стандартов сравнения (например, системы, не подверженные воздействию антропогенных факторов, находящиеся в фоновом режиме) или относительных стандартов (корреляции с пространственно-временными изменениями антропогенных факторов среды). Для реализации этих задач используются разнообразные средства, объекты и материалы, применение которых зависит от типа анализируемой среды, экосистемы, а также возможности исследователя.

Учебная дисциплина «Биоиндикация и биоповреждения» способствует формированию у студентов-экологов целостного представления о методах определения биологически значимых антропогенных нагрузок методами биоиндикации и биотестирования.

В данном учебном издании рассматриваются некоторые методы и практические приемы, используемые в биоиндикации, нетрудоемкие, позволяющие составить суждение о специфике почвенной, водной и воздушной сред обитания. Студентам предлагается сравнить характеристики различных биологических объектов с точки зрения их индикаторной ценности, выделить наиболее эффективные для конкретных случаев уровни индикации, тест-функции организмов. В издание включены работы, отражающие возможности биоиндикации на разных уровнях: организменном, видовом, биоценотическом. Отдельный раздел посвящен практическим вопросам регистрации и идентификации биоповреждений. Кроме того, представлены вопросы и тестовые задания для самостоятельной подготовки к промежуточному и итоговому контролю.

Структура методических рекомендаций логически связана с теоретическим курсом «Биоиндикация и биоповреждения», построена на основании базовой программы дисциплины и максимально адаптирована к условиям и возможностям кафедры экологии и географии. При подготовке к лабораторным и практическим занятиям студенты могут ориентироваться на контрольные вопросы, задания для самостоятельной работы и библиографический список, перечень которых имеется в издании.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Биоиндикация загрязнения воздуха по состоянию сосны обыкновенной

Цель работы: определить с помощью биоиндикаторов степень загрязнения атмосферного воздуха в городе Витебске.

Сформировать навыки работы с биоматериалом, научить определять типы некрозов на примере сосны обыкновенной, определение продолжительности жизни сосны, использовать полученные данные для мониторинга окружающей среды.

Материал и оборудование: практикум, гербарий, линейка, лупа.

Вопросы для аудиторного контроля:

1. Понятие биоиндикации и биотестирования. Сферы применения биоиндикации.
2. Преимущества и недостатки биоиндикации. Уровни биоиндикации.
3. Тест-объекты и биоиндикаторы. Требования к биоиндикаторам. Стандарты сравнения при биоиндикации.
4. Средства и методы биоиндикации.

Общие сведения

Биоиндикация – это оценка состояния окружающей среды по реакции живых организмов (растения, животные). Сущность биоиндикации в том, что определенные факторы среды создают возможность существования того или иного вида. Виды, которые позволяют выявить специфические особенности среды, называют индикаторами. Биоиндикация дает возможность судить об изменениях состояния среды и прогнозировать направление этих изменений.

При изучении степени загрязнения окружающей среды важна реакция организмов на загрязнители. Систему наблюдений за этой реакцией называют биологическим мониторингом.

Загрязнение воздушного бассейна вызвано выбросами автомобильного транспорта. Автомобилями выбрасывается в атмосферу более 280 веществ и соединений, отработавшие газы которых поступают в приземный слой атмосферы и содержат оксид углерода (наиболее характерный для бензиновых двигателей), оксиды азота, различные углеводороды (включая бензапирен), альдегиды, диоксид серы и сажу. Автомобиль загрязняет атмосферный воздух не только токсичными компонентами отработанных газов, парами топлива, но и продуктами износа шин, тормозных накладок. Загрязняющие вещества оседают как в непосредственной близости от дороги, так и на значительном расстоянии от нее и загрязняют придорожную почву, поверхностные воды и растительность. В городские водоемы и почву попадают топливо и масло, моющие средства и грязная вода после мойки. В атмосферный воздух постоянно поступают пары топлива из баков,

которые более заметны в летний период в местах массовых стоянок автомобилей.

Наибольшее количество вредных (загрязняющих) веществ выбрасывается в воздух при запуске и прогреве двигателя, а также на режимах холостого хода, набора скорости и торможения. Такие непостоянные режимы характерны возле светофоров, поэтому эти участки становятся наиболее загазованными, особенно если на дороге образуются автомобильные пробки.

Объект исследования: сосна, потому что она чувствительна к загрязнению среды. Продолжительность жизни хвои у сосны составляет 3-4 года. За это время она накапливает такое количество сернистого газа, которое может существенно превысить пороговые значения.

Информативными по техногенному загрязнению являются морфологические и анатомические изменения, а также продолжительность жизни хвои сосны. В незагрязненных лесных экосистемах основная масса хвои сосны здорова, не имеет повреждений и лишь малая часть хвоинок имеет светло-зеленые пятна и некротические точки микроскопических размеров, равномерно рассеянные по всей поверхности.

При загрязнении атмосферного воздуха появляются повреждения и снижается продолжительность жизни хвои сосны. На рисунке 1.1 показаны различные варианты состояния хвои сосны.



Примечание: 1 – хвоинки без пятен; 2,3 – с черными и желтыми пятнами; 4-6 – хвоинки с усыханием.

Рисунок 1.1 – Повреждение и усыхание хвои сосны

Надо иметь в виду, что шипик на конце хвоинки всегда более светлый, поэтому его окраска не включается в оценку!!!

Различают следующие виды **некрозов**:

- краевой некроз (по краям хвоинки);
- срединный некроз;
- точечный – отмирание тканей листа в виде пятен, рассыпанных по всей поверхности хвоинки.

Если сосновые иголки без пятен, воздух считают идеально чистым; если хвоинки с редкими мелкими пятнами, воздух чистый. Если имеются хвоинки с частыми мелкими пятнами, можно говорить о загрязненном воздухе, а при наличии желтых и черных пятен – об очень грязном, вредном для здоровья воздухе. Когда максимальный возраст хвои не превышает одного года и хвоинки все в многочисленных пятнах, можно говорить уже об очень грязном, вредном для здоровья воздухе.

Скорость поступления фитотоксиканта сильно зависит от влажности воздуха и насыщенности листьев водой. Увлажненные хвоинки поглощают сернистый газ в несколько раз больше, чем сухие. Растение интенсивно накапливает в тканях серу. Молодые хвоинки (молодые деревья) активнее поглощают сернистый газ, чем старые. Поэтому возраст сосновой хвои указывает на степень загрязнения. При концентрации сернистого газа 1:1000000 хвоя сосны опадает. Фотосинтез полностью прекращается.

Изреживание кроны происходит в результате обесхвоенности (дефолиации), когда воздействие загрязняющих веществ (в том числе и сернистый газ) приводит к разрушению верхней части дерева.

Существует удобный способ определения возраста хвои с помощью мутовок (рисунок 1.2).

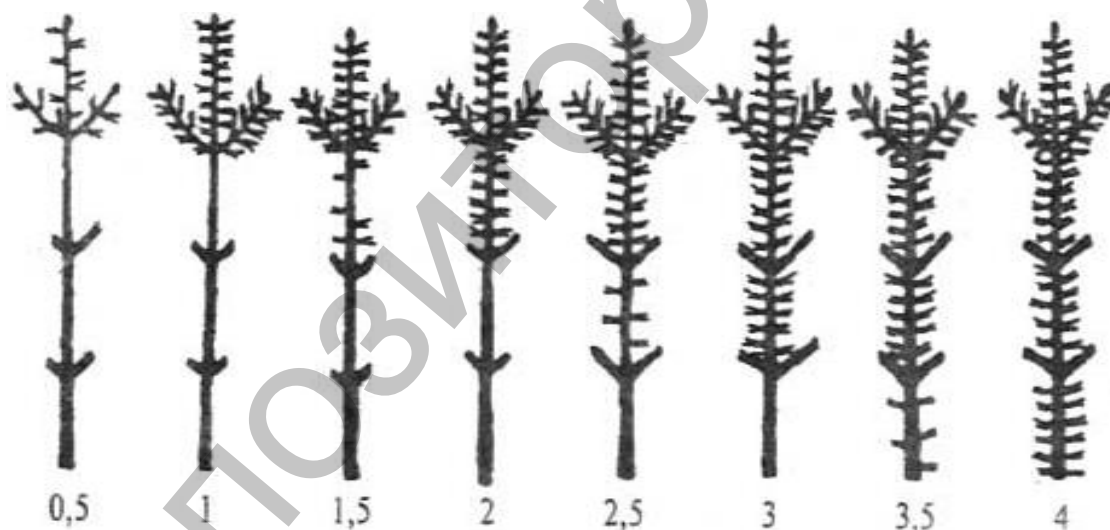


Рисунок 1.2 – Схема повреждения продолжительности жизни хвои сосны

Методика индикации чистоты атмосферы по хвое сосны состоит в следующем: с нескольких боковых побегов в средней части кроны деревьев сосны отбирают 200 пар хвоинок второго и третьего года жизни.

Анализ хвои проводят в лаборатории. Вся хвоя делится на три части (неповрежденная хвоя, хвоя с пятнами и хвоя с признаками усыхания),

и подсчитывается количество хвоинок в каждой группе. Данные заносятся в рабочую таблицу 1.

Шкала визуальной оценки состояния древостоя и степени их нарушения:

0 – здоровые деревья – допускается наличие повреждений не более 5% общей площади;

1 – ослабленные деревья – слабо ажурная крона, повреждения насекомыми и болезнями не более 30-40% хвои, усыхание отдельных ветвей в нижней трети кроны, хлорозы и некрозы не более 10% площади хвои дерева;

2 – сильно ослабленные деревья – ажурная крона, повреждение и усыхание до 60-70% хвои, суховершинность, сухие ветви в верхней части кроны, значительные повреждения и поражение ствола, корневых лап, укороченный прирост или его полное отсутствие, хлорозы и некрозы более 10% площади хвои всех возрастов, снижение продолжительности хвои в 2-3 раза;

3 – усыхающие деревья – сильно поврежденная крона или отдельные живые ветви с повреждениями более 70-80% листвы или хвои, отсутствие текущего прироста по высоте, по стволу и корням насечки и единичные свежие поселения стволовых вредителей. Оставшаяся на деревьях хвоя хлоротична, отличается бледно-зеленым, желтоватым или оранжево-красным цветом.

4 – свежий сухостой – деревья с желтой и бурой хвоей или без нее, усохшие в текущем году, по стволу свежие поселения короедов;

5 – старый сухостой – деревья, усохшие в прошлые годы, хвоя и листва отсутствуют, кора и мелкие веточки легко отваливаются, стволовые вредители вылетели.

Заполните таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Определение состояния хвои сосны обыкновенной для оценки загрязненности атмосферы (измеряемые показатели – количество хвоинок)

Повреждение и усыхание хвоинок	Номера пробных площадей			
	1	2	...	n
Общее число обследованных хвоинок				
Количество неповрежденных хвоинок				
Процент неповрежденных хвоинок				
Количество хвоинок с пятнами				
Процент хвоинок с пятнами				
Количество хвоинок с усыханием				
Процент хвоинок с усыханием				
Дата отбора проб				

Анализ результатов исследования. Полученные результаты по пробным площадям сравниваются между собой и с данными контрольной

площади по относительным показателям, делается вывод о степени загрязнения воздуха на различных участках исследуемой территории. Чем выше процент здоровых хвоинок, тем чище воздух.

Рекомендации по выводам: выявили различный уровень состояния атмосферного воздуха на исследуемой территории: наиболее загрязнен воздух на пробной площади..., наименее на пробной площади... Возможные причины этого явления заключаются ... Для улучшения экологической ситуации в исследуемом районе необходимо.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Определение состояния окружающей среды по комплексу признаков у хвойных на примере ели обыкновенной

Цель работы: ознакомиться с методами биоиндикации по состоянию хвои ели обыкновенной (*Picea abies*).

Сформировать навыки работы с биоматериалом, определение продолжительности жизни ели обыкновенной, определение класса повреждения и усыхания хвои ели, использовать полученные данные для мониторинга окружающей среды.

Материал и оборудование: практикум, гербарий, линейка, лупа.

Вопросы для аудиторного контроля:

1. Понятие о стрессе и стрессорах.
2. Токсичность среды и ее характеристики.
3. Диапазон физиологической толерантности организмов. Экологические диапазоны присутствия.
4. Тест-функции.

Общие сведения

Известно, что на загрязнение среды наиболее сильно реагируют хвойные древесные растения. Характерными признаками неблагополучия окружающей среды и особенно газового состава атмосферы служат появление разного рода хлорозов и некрозов, уменьшение размеров ряда органов (длины хвои, побегов текущего года и прошлых лет, их толщины, размеров шишек, сокращение величины и числа заложенных почек). Последнее является предпосылкой уменьшения ветвления. Ввиду меньшего роста побегов и хвои в длину в загрязненной зоне наблюдается сближенность расстояния между хвоинками (их больше на 10 см побега, чем в чистой зоне). Наблюдается утолщение самой хвои, уменьшается продолжительность ее жизни (1-3 года в загрязненной зоне и 6-7 лет – в чистой). Влияние загрязнений вызывает стерильность семян (уменьшение их всхожести). Все эти признаки не специфичны, однако, в совокупности дают довольно объективную картину.

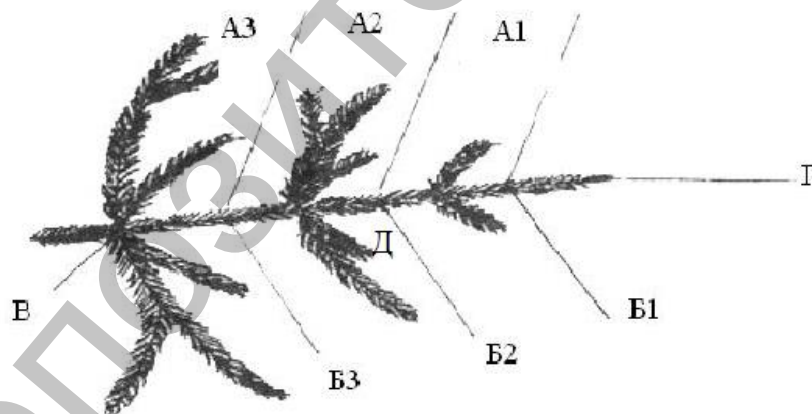
Хвойные удобны тем, что могут служить индикаторами круглогодично. В лесоведении давно разработана оценка состояния окружающей среды по комплексу признаков у хвойных, при которой используется не только морфологические показатели, которые весьма изменчивы, но и ряд биохимических изменений.

Использование хвойных дает возможность проводить биоиндикацию на огромных территориях. Хвойные – основные индикаторы, которые применялись для оценки состояния лесов Европы. Их использование также весьма информативно на малых территориях (например, влияние автодороги на прилегающую зону, если она примыкает к хвойному лесу, состояние окружающей среды в городских экосистемах разного ранга и характера).

Методика: с нескольких боковых побегов в средней части кроны одновозрастных деревьев ели отбирают побеги. Ветви выбираются в той части кроны, которая обращена к зонам с загрязненным воздухом (вблизи автодороги, предприятий). Контролем служат ветви, собранные в чистой зоне (озелененный участок, дворовая зона, лесной массив). Анализ хвои проводят в лаборатории.

Изучение хвои (во всех измерениях выводится средний показатель!!!)

А: устанавливают продолжительность жизни хвои путем просмотра побегов с хвоей по мутовкам (рисунок 2.1).



Примечание: А1, А2, А3 – побеги первого, второго, третьего года жизни; В1, В2, В3 – хвоя первого, второго, третьего года жизни, В – мутовка, Г – почка, Д – боковые побеги

Рисунок 2.1 – Определение продолжительности жизни хвои ели обыкновенной

Б: сближение хвоинок – отмеряют 10 см побега прошлого года и подсчитывают число хвоинок. В результате ухудшения роста побегов в загрязненной зоне пучки хвоинок более сближены и на 10 см побега их больше, чем в чистой зоне.

В: измеряют длину хвои на побеге прошлого года, а также ее ширину (в середине хвоинок) при помощи лупы.

Г: хвою осматривают при помощи лупы, выявляют некрозы, их процент и характер (точки, крапчатность, пятнистость, мозаичность), класс повреждения и усыхания хвои.

Д: вычисляют массу 100 штук хвоинок. Для этого отсчитывают два раза по 50 штук хвоинок и взвешивают.

Таблица 2.1 – Класс повреждения хвоинок

Класс повреждения хвоинок	1	2	3
Степень повреждения	Хвоинки без пятен	Хвоинки с небольшим числом пятен	Хвоинки с большим числом черных и желтых, некоторые из них крупные во всю ширину хвоинки

Таблица 2.2 – Класс усыхания хвои

Класс усыхания хвои	1	2	3	4
Степень усыхания	Нет сухих участков	Усох кончик 2–5 мм	Усохла треть хвоинки	Вся хвоинка желтая или более половины ее длины сухая

Таблица 2.3 – Определив класс повреждения и продолжительность жизни хвои, можно оценить класс загрязнения воздуха по следующей таблице

Максимальный возраст хвои	Класс повреждения хвои на побегах 2-го года жизни		
	1	2	3
4	I	I–II	III
3	I	II	III–IV
2	II	III	IV
1	–	IV	V–VI

Примечание: класс загрязнения воздуха: I-идеально чистый; II-чистый; III-относительно чистый («норма»); IV-загрязненный (тревога); V-грязный (опасно); VI-очень грязный (вредно).

Изучение побегов

А: измеряют длину прироста каждого года (по осевому побегу), начиная от последнего двигаясь последовательно по междоузлиям от года к году.

Б: устанавливают толщину осевого побега (на примере двухлетнего).

В: в местах мутовок подсчитывают ветвление.

Г: на побегах устанавливают наличие некрозов (точечное или другой формы отмирание кроны).

Таблица 2.4 – Схема записи результатов измерений

Место взятия пробы	Пробная площадка 1			Пробная площадка 2		
	1	2	3	1	2	3
Продолжительность жизни хвои						
Длина хвои (мм)						
Ширина хвои (мм)						
Число хвоинок на 10 см						
Класс повреждения						
Класс усыхания						
Вес 100 хвоинок, гр						
% некрозов на хвое						
Характер некрозов хвои						
% некрозов на побеге						
Характер некрозов побегов						
Длина прироста						
Толщина осевого побега						
Характер ветвления						

Выводы по работе: анализ и рекомендации по выводам смотри лабораторная работа 1.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Определение состояния воздуха по лишайникам

Цель работы: определить степень загрязнения воздуха на выбранной территории методом лишайноиндикации.

Материал и оборудование: практикум, гербарий, линейка, лупа.

Вопросы для аудиторного контроля:

1. Причины и виды загрязнения воздуха. Методы биомониторинга атмосферы.
2. Биоиндикация с помощью высших растений.
3. Лишайноиндикация.
4. Метод организмов-уловителей (КСР).
5. Индустриальный мелонизм (КСР).

Общие сведения

Очень информативными биоиндикаторами состояния воздушной среды и ее изменения являются низшие растения: мхи и лишайники, которые накапливают в своем слоевище (талломе) многие загрязнители (Серу, фтор, радиоактивные вещества, тяжелые металлы). Лишайники очень нетребовательны к факторам внешней среды, они поселяются на голых скалах, бедной почве, стволах деревьев, мертвой древесине, однако, для своего нормального функционирования они нуждаются в чистом воздухе. Особенно они чувствительны к сернистому газу. Малейшее загрязнение атмосферы, не влияющие на большинство растений, вызывает массовую гибель чувствительных видов лишайников. Они исчезают как только концентрация сернистого газа достигнет 35 млрд, а среднее его содержание в атмосфере крупных городов свыше 100 млрд (Рамад, 1981). Не удивительно поэтому, что большинство лишайников уже исчезло из центральных зон городов.

Научное направление биомониторинга (т.е. слежения) за состоянием воздушной среды при помощи лишайников называется лишеноиндикацией.

Лишайники - это симбиоз водоросли и гриба. Они чувствительны к загрязнению среды в силу следующих причин: 1) у лишайников отсутствует непроницаемая кутикула, благодаря чему обмен газов происходит свободно через всю поверхность; 2) большинство токсических газов концентрируется в дождевой воде, а лишайники впитывают воду всем слоевищем, в отличие от цветковых растений, которые поглощают воду преимущественно корнями; 3) большинство цветковых растений в наших широтах активны только летом, когда уровень загрязнения сернистым газом намного ниже (вследствие уменьшения сжигания угля в топках – основного источника сернистого газа), в то время как лишайники обладают способностью к росту и при температуре ниже 0⁰С.

В мире насчитывается около 26 тыс. видов лишайников. Они различаются по зонам производства (тундра, лесная зона и т.д.), видам субстрата (камни, скалы, стволы и ветви деревьев, почва). У лишайников, растущих на деревьях, видовой состав различается в зависимости от РН коры. Лишайники исчезают в первую очередь с деревьев, имеющих кислую кору (береза, хвойные), затем с нейтральных (дуб, клен) и позже всего – с деревьев, имеющих слабощелочную кору (вяз мелколистный, акация желтая). В лишайниковых типах леса доминируют кустистые лишайники (кладония, цетрария), длинными бородами с ветвей деревьев свисает уснея, которая является наиболее чувствительным видом и растет в лесах только с чистой атмосферой.

Точное определение лишайников требует профессиональных знаний и опыта. Однако отличить разные виды лишайников друг от друга не так трудно, даже не зная их видовых названий. Как правило, виды лишайников, обитающих на одном древесном стволе (эпифитные) или одном камне можно различить по следующим признакам:

1. по структуре таллома или слоевища – так называют специалисты «тело» лишайника, образованное грибом (накипные – слоевище имеет вид корочек, листоватые – вид пластинок, кустистые – вид кустиков или свисающих «бород», иногда 1-2м длиной) (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Типы лишайников по внешнему облику слоевища

2. по цвету, который зависит от гриба, так и от водоросли, образующих лишайник (черный, темносерый, сизосерый, коричневый, иногда с желтым, оранжевым, зеленым оттенком).

3. по консистенции слоевища (сухая ломкая, сухая упругая, влажная упругая, влажная мягкая....).

4. по размеру, форме и окраске образующихся на поверхности органов – апотечий, в которых вызревают споры, служащие для размножения гриба. Это небольшие в несколько миллиметров круглые или овальные плотные образования, часто отличающиеся от слоевища по цвету.

Как и большинство биологических методов оценки состояния окружающей среды, лишеноиндикация не может различить конкретные вредные вещества, загрязняющие атмосферный воздух, но зато позволяет выделить территории, подверженные воздействию загрязненного воздуха. Для выделения таких неблагополучных территорий иногда бывает достаточно даже неполного, без видовой идентификации, описания лишайников по их разнообразию и обилию на единице площади в данном массиве.

Лучше всего сделать такое описание лишайников, обитающих на стволах деревьев (эпифитов) в парке, в лесополосе около автомобильных и железных дорог, в дворовом озеленении.

Методы оценки загрязненности атмосферы по встречаемости лишайников основаны на следующих закономерностях:

- чем сильнее загрязнен воздух города, тем меньше встречается в нем видов лишайников (один-два);
- чем сильнее загрязнен воздух, тем меньшую площадь покрывают лишайники на стволах деревьев;
- при повышении загрязненности воздуха исчезают первыми кустистые лишайники (наиболее чувствительные к загрязнению среды), за ними листоватые, последними – накипные.

Основным методом пассивной лишеноиндикации является измерение проективного покрытия лишайников на пробных площадках «Способом палетки».

Методика: при заложении пробной площадки выбирается участок с деревьями одной породы и примерно одного возраста (не менее 10). На каждом дереве регистрируют наличие лишайников. Отмечают следующие параметры: а) общее число видов лишайников; б) степень покрытия слоевищами лишайников каждого дерева.

Для определения проективного покрытия необходимо подготовить специальную рамку палетку из прозрачного материала (стекло, пластмасса, полиэтилен) с внутренним диаметром 10×10 см и разделить ее на квадраты со сторонами 1×1 см (один квадрат составит 1% площади рамки).

Процедура измерения проста – палетку накладывают на ствол дерева и фиксируют кнопками или булавками. Описания нужно проводить на двух уровнях: приземном (нижняя сторона рамки стоит на земле) и на уровне груди исследователя (1,3 м от земли). Описания проводят с четырех сторон ствола и рамку ориентируют по компасу на соответствующую сторону света (С, Ю, З, В). Рамка должна быть на расстоянии 30-40 см от глаз наблюдателя.

Определяют общее проективное покрытие. Сначала считают число квадратов, в которых лишайники занимают более половины площади квадрата, условно приписывая им покрытие, равное 100%. Затем подсчитывают число квадратов, в которых лишайники занимают менее половины площади квадрата, условно приписывая им покрытие, равное 50%.

Общее проективное покрытие в процентах (R) вычисляют по формуле: $R=(100a+50b)/C$, где a – число квадратов, в которых лишайники занимают более половины площади; b – число квадратов, в которых лишайники занимают менее половины площади; C – общее число квадратов палетки (при использовании палетки 10×10 с ячейками 1×1 см, C=100).

Результаты лишеноиндикации заносят в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Результаты лишеноиндикации

№ дерева	Высота над землей	Общее покрытие лишайников, %				Среднее по группе, %
		север	юг	восток	запад	
1	1,3 м					
	основание					
2	1,3 м					
	основание					
Деревьев 10 штук						
Среднее по сторонам света, %						

Оценку состояния эпифитного лишайникового покрова проводят по упрощенному варианту:

1. зона неповрежденной лишайниковой растительности, указывающая на чистоту атмосферного воздуха. Лишайники обильны, встречаются на высоте более 1 м от поверхности земли. Проективное покрытие на стволах деревьев с северной стороны на высоте 1,3 м более 10%.

2. зона частичного разрушения лишайникового покрова. Указывает на умеренную загрязненность воздуха. Лишайники на высоте 1,3 м практически отсутствуют. У основания дерева встречаемость лишайников менее 50%, средняя величина общего проективного покрытия от 3 до 10%.

3. зона полного разрушения лишайникового покрова. «Лишайниковая пустыня» указывает на высокий уровень загрязненности воздуха. Встречаемость деревьев без лишайников у основания ствола более 70%, средняя величина общего проективного покрытия лишайников менее 0,1%.

Сделайте выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 **Индикация состояния окружающей среды** **по величине флуктуирующей асимметрии** **листа березы бородавчатой**

Цель работы: ознакомиться с методами биоиндикации, на примере теста «флуктуирующая асимметрия листа».

Материал и оборудование: лупы, линейки, транспортир, измерительный циркуль, калькулятор.

Вопросы для аудиторного контроля:

1. Биоиндикация на разных уровнях организации живого. Клеточный и субклеточный уровни. Аккумуляция вредных веществ.
2. Организменный уровень. Морфологические изменения растений, используемые в биоиндикации. Некрозы.
3. Биоиндикация на экосистемном уровне. Биоиндикация на уровне биосферы.

Общие сведения

Несмотря на важность химических и физических анализов, широко используемых при изучении воздействия загрязняющих веществ на природу, биологическая оценка качества среды остается приоритетной, поскольку дает возможность комплексно охарактеризовать качество среды. Наиболее удобны для биоиндикации изменения внешней морфологии организма. Эти изменения можно оценить по флуктуирующей асимметрии морфологических структур (например, сравнив число пятен на правой и левой стопе лягушки, число чешуй боковой линии рыб, ширину

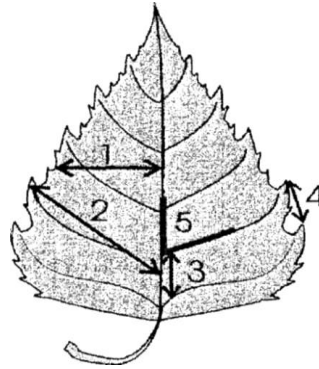
левой и правой половинки листа березы). При благоприятных условиях среды данные признаки симметричны или незначительно отклоняются от нормы. При любых же стрессовых воздействиях (в том числе и загрязнении) изменения в симметрии значительно возрастают. Таким образом, **флуктуирующая асимметрия** – это небольшие ненаправленные отклонения от строгой билатеральной симметрии или от определенной средней асимметрии. Поэтому стабильность развития, оцениваемая по величине флуктуирующей асимметрии, является чувствительным индикатором состояния природных популяций и представляет интерес для биоиндикационных исследований.

Объект исследования береза бородавчатая, населяющая широкий ареал и проявляющая высокий уровень изменчивости морфологических признаков.

Методика: данную работу удобнее выполнять группами (по 5 человек). Каждая группа производит сбор материала в соответствующей точке исследования: 1. центр города, вдоль шоссе/дороги; 2. периферия города (озелененный участок, дворовая зона); 3. территория вблизи промышленного предприятия; 4. контрольная точка – пригородная зона (лесной массив).

Метод сбора листьев. Сбор листьев березы бородавчатой в каждой точке исследования производят с 10 растений (по 5 листьев с каждого). При выборе растений учитывают условия произрастания и их возрастное состояние. Листья собирают с растений, находящихся в одинаковых условиях освещенности, увлажнения и достигшие генеративного возрастного состояния. Размер листьев должен быть сходным, средним для растения. Листья собирают из одной и той же части кроны с разных сторон растения на уровне 1,5 м от поверхности почвы относительно равномерно вокруг дерева.

Обработка собранного материала: измерение морфологических признаков. Данный этап проходит в лаборатории. Одновозрастные листья березы бородавчатой, собранные в разных биотопах, размещаются перед собой сторонами, обращенными к верхушке побега. С каждого листа снимаются показатели по пяти промерам с левой и правой сторон листа (рисунок 4.1). Замер соответствующих показателей удобнее производить измерительным циркулем.



Примечание: 1 – ширина левой и правой половинок листа в месте перегиба при совмещении верхушки с основанием листовой пластинки; 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.

Рисунок 4.1 – Схема морфологических признаков для оценки стабильности развития березы бородавчатой

Результаты измерений заносят в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Данные по замерам морфологических признаков листа березы бородавчатой

№ листа	Номер признака									
	1		2		3		4		5	
	слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Показатель флуктуирующей асимметрии высчитывается по алгоритму:

1. Вычисляются относительные величины асимметрии для каждого признака. Для этого разность между промерами слева (L) и справа (R) делят на сумму этих же промеров: $(L-R)/(L+R)$. Полученные величины заносят во вспомогательную таблицу 4.2 в графы 2–6.

Таблица 4.2 – Относительные величины асимметрии для каждого признака

№ листа	Номер признака					Величина асимметрии листа
	1	2	3	4	5	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Коэффициент флуктуирующей асимметрии, ФА						X=

2. Вычисляются показатели асимметрии для каждого листа как среднее арифметическое относительных величин асимметрии по каждому признаку. Результаты вычислений заносят в графу 7 вспомогательной таблицы (величина асимметрии листа).

3. Вычисляется коэффициент асимметрии. Для этого вычисляют среднюю арифметическую всех величин асимметрии для каждого листа (графа 7) (ФА).

Для характеристики состояния окружающей среды на основе величины флуктуирующей асимметрии используется 5-балльная оценка качества среды (таблица 4.3). Каждому из приведенных баллов соответствует свой определенный интервал значений коэффициента флуктуирующей асимметрии. Баллом 1 характеризуются участки, практически не затронутые человеческой деятельностью. Баллом 5 обозначаются гибнущие экосистемы в районах с чрезвычайной антропогенной нагрузкой. Таким образом, абсолютная шкала предоставляет возможность сравнивать между собой любые территории и участки.

Таблица 4.3 – Шкала оценки отклонений по величине показателя флуктуирующей асимметрии

Балл	Величина ФА	Характеристика состояния среды
1	<0,040	условно нормальная
2	0,040 – 0,044	небольшие отклонения от нормального состояния
3	0,045 – 0,049	существенные нарушения
4	0,050 – 0,054	опасные нарушения
5	>0,054	критическое состояние

На основании расчетов проводится сравнительный анализ полученных результатов величины флуктуирующей асимметрии и делается вывод о состоянии среды в исследуемых точках. В приведенном примере показатель флуктуирующей асимметрии был равен 0,047, что соответствует третьему баллу шкалы. Это означает, что растения испытывают существенное влияние неблагоприятных факторов среды. Согласно нашим исследованиям данный показатель наблюдался у растений, произрастающих вблизи автомобильной дороги в центре города.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Индикация состояния окружающей среды по частотам встречаемости фенотипов белого клевера

Цель работы: оценить качество окружающей среды с помощью фенотипических биоиндикаторов.

Материал и оборудование: лупы, пинцеты, препаровальные иглы.

Вопросы для аудиторного контроля:

1. Причины и виды загрязнения почвы.
2. Индикация физико-химических параметров почв:
 - а) Загрязнение газами;
 - б) Загрязнение пылью и золой;
 - в) Загрязнение солями металлов;
 - г) Загрязнение агрохимикатами;
 - д) Загрязнение органическими и радиоактивными веществами.
3. На основе анализа литературных данных о полиморфности морфологических структур высших растений предложить оптимальные виды-биоиндикаторы, которые можно использовать для оценки качества среды методом, описанным в данной лабораторной работе (КСР).

Общие сведения

Оценить состояние окружающей среды можно с помощью фенотипических индикаторов. Фены – это четко различающиеся варианты какого-либо признака или свойства биологического вида. Под воздействием экологических факторов в популяциях увеличивается частота встречаемости специфичных фенотипов у различных видов. В таких случаях частота встречаемости является биологическим индикатором воздействия антропогенных факторов.

В качестве объекта можно использовать широко распространенный белый клевер *Trifolium repens* (клевер ползучий). Форма рисунка на пластинках листа и частота встречаемости может использоваться как индикатор загрязнения среды.

При индикации осуществляют подсчет форм с различным рисунком и без него и последующего расчета частоты встречаемости этих фенотипов в %.

Методика: в разных районах города заложить пробные площадки. На которых произвести внимательный осмотр отдельных растений, определить их фенотип и суммировать общее число особей каждого фена. Отдельно отметить наличие растений с какими-либо уникальными фенами (например, с рисунком красного цвета, с большим или меньшим количеством листовых пластинок и т.д.). Подсчет сделать не менее, чем для 200 особей. Результаты наблюдений внести в таблицу и обработать математически (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Результаты фенотипической диагностики пробной площадки № ____

Количество растений				Процент фенотипов			
Фен 1 (без рисунка)	Фен 2	Фен...	Всего	Фен 2	Фен 3	Фен...	ИСФ

Для расчета частоты встречаемости отдельных фенотипов и индекса соотношения фенотипов (ИСФ) используют формулы:

$$P_i = \frac{c n_i}{N} \times 100\% , \quad ИСФ = \frac{c(n_2 + n_3 + \dots)}{N} \times 100\%$$

P_i – частота i -го фена,
 n_i – количество растений с i -м рисунком на листовой пластинке,
 N – общее число учтенных растений.

По величине ИСФ при достаточно большом числе учетных площадок на исследуемой территории можно выделить наиболее антропогенно нарушенные участки. На чистых территориях величина ИСФ не превышает 30%, а на загрязненных территориях ИСФ может достигать 70–80%.

Сделайте выводы о степени нагрузки на фитоценозы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6
Индикация состояния среды
по морфологическим реакциям организмов

Цель работы: оценить качество среды по морфологическим реакциям организмов.

Материал и оборудование: фитоматериал для анализа (листья древесных пород разных пород, произрастающих на участках с разной степенью антропогенной нагрузки), весы торсионные, линейки, калька, миллиметровая бумага, лупы, бинокляр, ножницы.

Вопросы для аудиторного контроля:

1. Типы морфологических изменений. Классификация макро- и микроскопических изменений ассимиляционного аппарата растений.
2. Биоритмические и поведенческие реакции организмов.
3. Популяционно-динамические изменения.
4. Изменения в природных сообществах.
5. Функциональные показатели нарушения равновесия экосистем.
6. Причины, затрудняющие биоиндикацию с использованием растений (КСР).

Общие сведения

Повреждение – это все реакции растений, обусловленные загрязнением атмосферы: обратимое изменение метаболизма, некроз листьев, преждевременный листопад или подавление и прекращение роста. Возникновение повреждений ассимиляционных органов растений опосредовано связано с качеством среды обитания организмов. Ослабление иммунной силы организма под влиянием стрессовых факторов среды провоцирует биоповреждающую ситуацию, агентами которой могут выступать различные фитофаги и фитопатогены. Так же, в условиях урбанизированных территорий всегда отмечается высокий процент повреждений листового аппарата небиогенного происхождения, что обусловлено присутствием в воздухе в высоких концентрациях разнообразных загрязнителей.

Методика: выборки листьев древесных растений одного вида из средней части кроны (по 10-20 штук) из разных мест отбора проб внимательно рассмотреть, используя лупы и бинокляры. В ходе работы фиксировать макроскопические изменения листовой пластинки биогенного и небиогенного происхождения (рисунок 6.1).

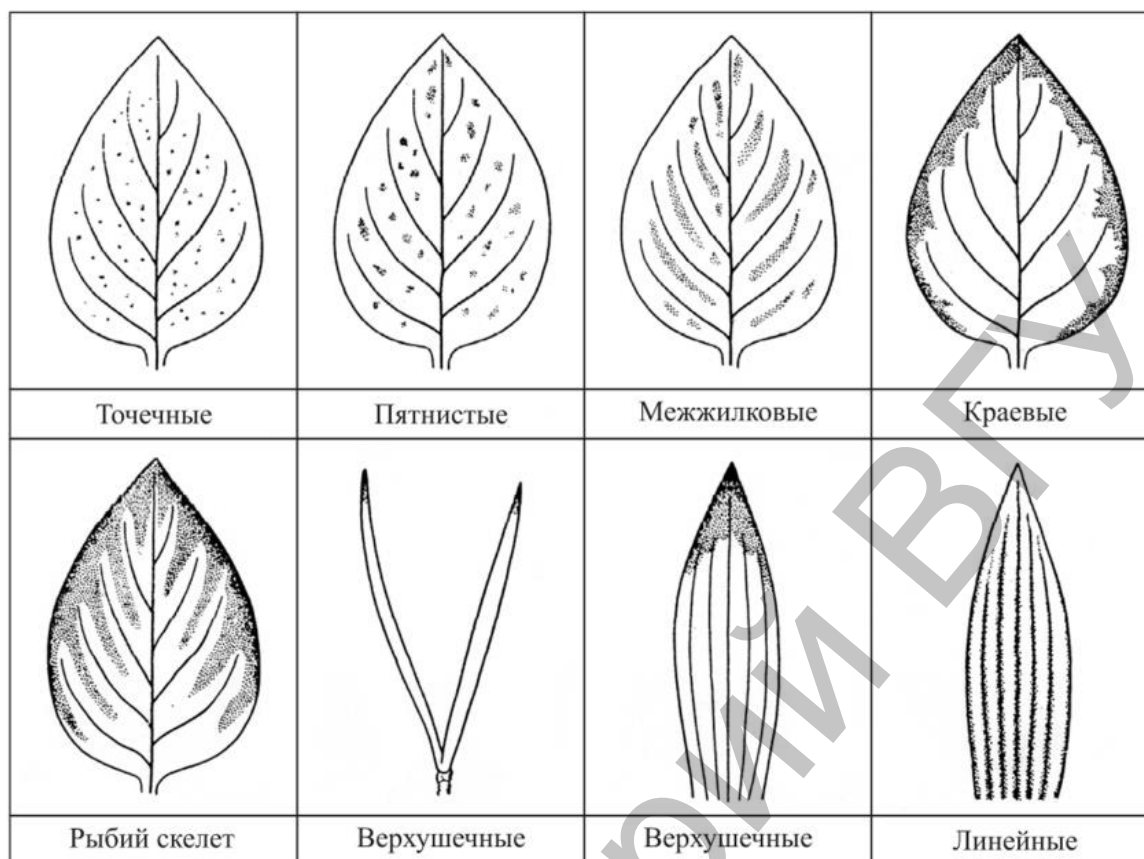


Рисунок 6.1 – Типы некрозов листьев у высших растений

На каждой листовой пластинке определить типологию повреждений, суммарную площадь повреждения листового аппарата, а также площадь биоповреждений биогенного и небиогенного происхождения. Для этого собранные листья расправить на квадратном листе кальки, размеры которого соответствуют размерам листа ($S_{кв}$). Кальку взвесить ($P_{кв}$), лист очертить, по контурам вырезать его силуэт на кальке. Эту часть кальки взвесить ($P_{л}$). Определить площадь листа по формуле: $S = \frac{P_{л} \times S_{кв}}{P_{кв}}$.

Совместив контуры листа на кальке с образцом, очертить все поврежденные участки, вырезать их и взвесить. Вычислить процент поврежденной ткани: $S_{повр} = \frac{S_{л} \times P_{повр}}{P_{листа}} \times 100\%$. Результаты анализа представить в виде доли (в среднем) поврежденной поверхности от массы или от общей площади листа (для этого можно использовать миллиметровую бумагу) и занести в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Сравнительная характеристика доли повреждений листовой пластинки у исследуемых видов на пробных площадках (% площади (массы) листа)

Тип морфологических изменений листа	Исследуемый вид растений	
	Пробная площадка №1	Пробная площадка №2
	M±m	M±m
Изменение окраски (хлороз, побурение, серебристая окраска и т.д.)		
Некрозы:		
-точечные		
-пятнистые		
-межилковые		
-верхушечные		
-краевые		
-линейные		
-тип «рыбьего скелета»		
Изменение формы и размера		
Всего:		

Сделайте выводы о морфологических изменениях исследуемой породы деревьев и оцените качество окружающей среды.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

Половая структура популяций жесткокрылых как показатель условий среды обитания

Цель работы: определить соотношение самцов и самок жесткокрылых, собранных на участках с разной антропогенной нагрузкой, и оценить влияние среды на половую структуру популяции.

Материал и оборудование: фиксированный материал жесткокрылых, пинцет, лупа, бинокляр.

Вопросы для аудиторного контроля:

1. Параметры водной среды. Виды загрязнения природных вод.
2. Биотестирование качества вод.
3. Биоиндикационные методы. Альгоиндикация. Животные-биоиндикаторы качества вод.
4. Интегральная оценка качества природных вод.

Общие сведения

Функциональная роль разных полов животных в составе популяций неравнозначна, и, как следствие, неравнозначна и их реакция на изменение условий существования. Относительное увеличение доли особей того или иного пола – информативный признак, свидетельствующий о динамике экологически значимых для вида параметров среды. Этот признак часто

используется в практике мониторинговых исследований для установления типа и степени нагрузки на биогеоценозы, составления прогнозов развития популяций и сообществ.

В качестве биоиндикаторов эффективнее всего использовать виды животных с непродолжительным жизненным циклом и четко выраженным половым диморфизмом, например, жесткокрылых (виды родов *Staphylinus*, *Philonthus*, *Carabus*, *Pterostichus* и др.)

Методика: собранных жуков проанализировать по полу, рассчитать процентное соотношение полов в выборке $\% \text{самок(самцов)} = \frac{n_{\text{самок(самцов)}}}{N}$, половой индекс $\frac{n_{\text{самцов}}}{n_{\text{самок}}}$, где n – количество особей самцов или самок, N – общее число всех учтенных особей. Постройте диаграмму соотношения полов в популяции для разных типов сообществ.

Сделайте выводы на основе проанализированного материала, собранного в естественных условиях и в условиях с антропогенной нагрузкой о влиянии среды на половую структуру популяций исследуемых видов, а также о чувствительности полов к условиям стресса.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Насекомые и растения

как биоиндикаторы антропогенной трансформации

Цель работы: определить роль насекомых и растений как биоиндикаторов антропогенной трансформации на примере верховых болот.

Вопросы для аудиторного контроля:

1. Биоиндикация антропогенно измененных природных комплексов местообитаний.
2. Биоиндикация массового появления вредителей.

Общие сведения

Существует большое количество биоиндикаторов (растения, лишайники, земноводные, гидробионты, позвоночные, насекомые). Насекомые как биоиндикаторы используются редко, так как процесс трудоемкий, длительный, а также громоздкий, например, при выявлении степени корреляции между поведением или морфологией насекомого и возможной степени антропогенной нагрузки. Но не смотря на сложности использования насекомых как биоиндикаторов окружающей среды существует более простой способ проведения такого исследования – метод учета биоразнообразия насекомых в зоне предполагаемого воздействия. В нашей работе рассмотрено влияние антропогенной трансформации верховых болот на изменение видового разнообразия жесткокрылых и растений. В данном

случае одни виды могут появляться, увеличивать своей видовое обилие, другие – исчезать или встречаться редко.

Существуют виды стенобионты окружающей среды, т.е. это животные или растения, способные существовать лишь при относительно постоянных условиях среды (выдерживают небольшие колебания факторов среды). Для некоторых стенобионтов ограничивающим может быть какой-либо один фактор внешней среды (например, характер пищи), для других возможность их существования и распространения ограничена одновременно двумя факторами (например, свет и давление).

Стенобионтам противопоставлены эврибионты, которые могут существовать в самых разнообразных условиях и при значительных изменениях условий окружающей среды.

Согласно классификации Ф. Пеуса обитателей болот можно разделить на 4 группы: тирфобионты, тирфофилы, тирфонейтральные виды и тирфоксены. К тирфобионтам (виды свойственные верховому болоту) относятся животные цикл развития которых проходит только или преимущественно на верховых болотах. К тирфофилам отнесены обитатели верховых болот, которые нередко встречаются и в других биогеоценозах. Тирфонейтральные виды обладают более широкой экологической пластичностью и могут обитать в самых разных биотопах, в том числе и на верховых болотах. К тирфоксенам (случайные виды) относят виды, которые перешли на болото с прилежащих территорий и обитают там временно.

Задание 1. Распределить виды жесткокрылых по биотопической приуроченности (обитатели болот, сухих мест и эврибионты) и определить стенобионтов верховых болот (тирфофилы и тирфобионты) (таблица 8.1).

Таблица 8.1 – Биотопическая приуроченность и стенобионты верховых болот

Название вида	Стенобионты	Биотопический преферendum
<i>Cyphon padi</i>		
<i>Actenicerus sjaelandicus</i>		
<i>Sericus brunneus</i>		
<i>Cantharis fulvicollis</i>		
<i>C. quadripunctata</i>		
<i>Absidia schoenherri</i>		
<i>Dasytes niger</i>		
<i>Chilocorus bipustulatus</i>		
<i>Coccidula scutellata</i>		
<i>Hippodamia tredecimpunctata</i>		
<i>Coccinella septempunctata</i>		
<i>Coccinella hieroglyphica</i>		
<i>Lagria hirta</i>		
<i>Plateumaris discolor</i>		

<i>Cryptocephalus bipunctatus</i>		
<i>C. labiatus</i>		
<i>Lochmaea suturalis</i>		
<i>Altica palustris</i>		
<i>Aphthona erichsoni</i>		
<i>Chaetocnema breviuscula</i>		
<i>Ch. mannerheimi</i>		
<i>Crepidodera aurata</i>		
<i>Apion apricans</i>		
<i>Sitona lineatus</i>		
<i>Orchestes. rusci</i>		
<i>Limnobaris t-album atripilicus</i>		

Задание 2. Распределите растения из приведенного списка в соответствующие графы таблицы 8.2.

Таблица 8.2 – Виды растений как индикаторы естественных и антропогенно трансформированных верховых болот

Виды растений	Индикаторы естественных верховых болот	Индикаторы антропогенно трансформированных верховых болот
Береза бородавчатая <i>Betula pendula</i>		
Сосна обыкновенная <i>Pinus silvestris</i>		
Ива ушастая <i>Salix aurta</i>		
Рябина обыкновенная <i>Sorbus aucuparia</i>		
Багульник болотный <i>Ledum palustre</i>		
Вереск обыкновенный <i>Calluna vulgaris</i>		
Мирт болотный <i>Chamedaphne calyculata</i>		
Черника <i>Vaccinum myrtillus</i>		
Брусника <i>Vac. vitis-idea</i>		
Клюква <i>Vac. oxycoccos</i>		
Подбел многолистный <i>Andromeda polifolia</i>		
Вейник наземный <i>Calamagrostis epigeios</i>		
Осока мохнатая <i>Carex hitra</i>		
Одуванчик лекарственный <i>Taraxacum officinale</i>		
Лапчатка прямолистная <i>Potentilla erecta</i>		
Молиния голубая <i>Molinia caerulea</i>		
Очеретник белый <i>Rhynchospora alba</i>		
<i>Sphagnum fallax</i>		
<i>Sphagnum cuspidatum</i>		
<i>Sphagnum magellanicum</i>		
<i>Sphagnum fuscum</i>		
<i>Sphagnum rubellum</i>		
<i>Sphagnum angustifolium</i>		

<i>Sphagnum papillosum</i>		
<i>Polytrichum strictum</i>		

На основе проанализированного материала **сделайте выводы** о влиянии антропогенной трансформации на видовое разнообразие насекомых и растений верховых болот.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1 Природа и типы биоповреждений

Цель работы: изучить природ, типы биоповреждений, а также способы защиты от биоповреждений.

Вопросы для аудиторного контроля:

1. Предмет и понятие биоповреждений. Классификация биоповреждений.
2. Причины возникновения и двойственная природа биоповреждений. Эколого-технологическая концепция.
3. Экологические аналоги биоповреждений и их использование в поисках средств защиты.
4. Основные закономерности в возникновении биоповреждений. Принцип мозаичности.
5. Эколого-географические и популяционно-биоценотические факторы в возникновении и развитии биоповреждающего процесса.
6. Участники и партнеры.
7. История развития представлений о биоповреждениях.
8. Бактерии – агенты биоповреждений.
9. Грибы – агенты биоповреждений.
10. Связи насекомых с материалами.
11. Насекомые – кожееды.
12. Насекомые – ксилофаги.
13. Стойкость материалов к повреждению насекомыми.
14. Птицы как агенты биоповреждений. Систематический статус биоповреждающих групп.
15. Повреждаемые птицами объекты.
16. Средства защиты от биоповреждений, вызываемых птицами.
17. Млекопитающие как агенты биоповреждений.
18. Повреждаемые млекопитающими объекты. Средства защиты от биоповреждений.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. История развития биоиндикации и биоповреждения.
2. Метод организмов-уловителей.
3. Индустриальный мелонизм.
4. На основе анализа литературных данных о полиморфности морфологических структур высших растений предложить оптимальные виды-биоиндикаторы, которые можно использовать для оценки качества среды методом, описанным в данной лабораторной работе.
5. Причины, затрудняющие биоиндикацию с использованием растений.
6. Обрастание как биоповреждающий процесс в водной среде.
7. Основные обрастатели и их характеристика.
8. Механизм обрастания в водной среде.
9. Экология и распределение обрастателей.
10. Ущерб, наносимый биоповреждениями различным отраслям хозяйства.
11. Основные перспективные направления защиты от биоповреждений.
12. Предложить эффективные тесты и тест-объекты для индикации влияния на организмы различных пестицидов.
13. Определение и преимущества биоиндикации перед физико-химическими методами анализа.
14. Проанализировать, как зависят видовой состав и обилие почвенных микроорганизмов от важнейших характеристик почвы: типа, структуры, механического состава, влажности, кислотности, плодородия.
15. Проанализировать относительную устойчивость к влиянию техногенной среды разных жизненных форм высших растений. Сформулировать практические рекомендации службам озеленения города при планировании и проведении искусственных посадок, формировании рекреационной зон и зон, несущих культурно-эстетическую нагрузку.
16. Используя приемы лишеноиндикации, провести экологическое зонирование одного из районов г. Витебска по степени загрязнения атмосферного воздуха. Сравнить возможности биоиндикации, сопоставив экспериментальные данные с результатами физико-химического анализа качества атмосферного воздуха.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. *Биологическая индикация - это:* а) определение состояния среды по наличию или отсутствию в ней тех или иных организмов, называемых индикаторами; б) использование живых объектов в эксперименте; в) биологические часы; г) метод изучения животных.

2. *Биоиндикаторами называют:* а) датчик аналитических приборов, изучающих животных; б) организмы или сообщества организмов, жизненные функции которых так тесно коррелируют с определенными факторами среды, что могут применяться для их оценки; в) растения; г) микроорганизмы.

3. *Биоиндикаторами называют:* а) организмы, жизненные функции которых применяются для определения степени зараженности среды; б) организмы или сообщества организмов, жизненные функции которых так тесно коррелируют с определенными факторами среды, что могут применяться для их оценки; в) растения, которые используются для исследования состояния среды; г) нет верного ответа.

4. *Из перечня выберите характеристику, не являющуюся требованием для биоиндикаторов:* а) биотесты должны быть генетически однородны; б) должна быть обеспечена легкость взятия проб; в) биоиндикаторами могут быть редкие и исчезающие виды.

5. *Биоиндикаторы, концентрирующие загрязняющие вещества в тканях или частях тела, которые впоследствии используются для химического анализа, называются:* а) регистрирующие; б) экспресс-индикаторы; в) накапливающие; г) первичные.

6. *Использование в качестве биоиндикаторов водорослей называют:* а) фитоиндикация; б) альгоиндикация; в) лишеноиндикация; г) зооиндикация.

7. *Использование в качестве биоиндикаторов водорослей называют:* а) альгоиндикация б) лишеноиндикация в) нет верного ответа г) фитоиндикация.

8. *Использование в качестве биоиндикаторов лишайников называют:* а) фитоиндикация; б) альгоиндикация; в) лишеноиндикация; г) зооиндикация.

9. *Использование в качестве биоиндикаторов лишайников называют:* а) фитоиндикация; б) лишеноиндикация; в) нет верного ответа г) альгоиндикация.

10. *Выберите из перечня количественный параметр, используемый в биоиндикации качества вод:* а) индекс чистоты атмосферы; б) индекс палеотолерантности; в) степень гемеробности; г) индекс Гуднайта-Уотлея (олигохетный индекс).

11. *Выберите из перечня количественный параметр, используемый в биоиндикации качества вод:* а) индекс Вудивиса; б) индекс палеотолерантности.

рантности; в) нет верного ответа; г) Индекс Гуднайта-Уотлея (олигохетный индекс).

12. Водоемы, загрязненные органическими стоками, как и организмы, способные в них жить, называют: а) сапробными; б) трофными; в) гемеробными; г) самоочищающимися.

13. Водоемы, загрязненные органическими стоками, как и организмы, способные в них жить, называют: а) сапробными; б) трофными; в) гемеробными; г) все ответы верны.

14. Выберите из перечня тип некрозов, выпадающий из рассматриваемой классификации: а) верхушечные; б) межжилковые; в) поверхностные; г) краевые.

15. Выберите из списка макроскопические изменения листового аппарата растений, используемые в биоиндикации в качестве тест-функций: а) изменение размеров клетки; б) изменение скорости радиального прироста; в) изменение субклеточных структур; г) плазмолиз.

16. Выберите из перечня тест-функцию, используемую в зооиндикации: а) все ответы верны; б) изменение скорости радиального прироста; в) индустриальный меланизм; г) плазмолиз.

17. Определение состояния среды по наличию или отсутствию в ней тех или иных организмов, называемых индикаторами, называется: а) биотестированием; б) биоиндикацией; в) мониторингом; г) биомониторингом.

18. Сферами применения биоиндикации могут быть: а) контроль над состоянием популяций с целью ранней диагностики возможных нарушений ее экологических характеристик и возможности повлиять на структуру и функции биоты, продуктивность биоценоза; б) сохранение биоразнообразия природных ландшафтов, позволяющее обеспечить существование как можно большего числа организмов, в особенности редких видов биоты, высокочувствительных к загрязнению; в) выявление естественного буферного потенциала биологической макросистемы и допустимых нагрузок экзогенных веществ при разнообразных воздействиях на систему; г) все три ответа верны.

19. Методической основой биоиндикации является: а) биоразнообразие; б) биотестирование; в) биоповреждения; г) биодиагностика.

20. Процедура установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих нарушением жизненно важных функций об изменениях в среде - это: а) биотестирование; б) биоиндикация; в) экспресс-оценка; г) нет верных ответов.

21. Биотестирование, как метод оценки токсичности среды используется: а) в контроле аварийных сбросов высокотоксичных веществ; б) при проведении оценки степени токсичности при проектировании локальных очистных сооружений; в) при проведении экологической экспертизы новых материалов технологий очистки, проектов очистных сооружений и т.п.; г) верны все три ответа.

22. Требования к биоиндикаторам и тест-объектам: а) легкость взятия проб; б) достаточная численность; в) генетическая неоднородность; г) верны первый и второй ответы

23. Выделяют следующее число типов чувствительности тест-организмов: а) 2; б) 6; в) 4; г) 8.

24. Биоиндикаторы, которые концентрируют загрязняющие вещества в тканях или частях тела, носят название: а) регистрирующие; б) накапливающие; в) физиологические; г) морфологические.

25. Биоиндикация, позволяющая судить о воздействии факторов среды на состояние экосистемы, является: а) косвенной; б) по аккумуляции; в) регистрирующей; г) первичной.

26. Метод, при котором проводят соотношение текущего значения той или иной индикаторной характеристики с максимумом, называется: а) методом функции желательности; б) экспертной оценкой экосистем; в) анализом ранговых распределений; г) эталонным оцениванием.

27. Реакция биологической системы на экстремальные факторы среды, которые могут в зависимости от силы и интенсивности, момента и продолжительности воздействия более или менее сильно влиять на систему - это: а) стресс; б) дистресс; в) эустресс; г) нет верных ответов.

28. К абиотическим стрессорам относятся: а) химические вещества, вода, пестициды, температура, конкуренция; б) ветер, химические вещества, излучение, инфекция, вода; в) шум, соли, ветер, химические вещества, пестициды; г) хищничество, температура, вода, ветер, инфекция.

29. Свойство химических параметров среды проявлять повреждающее или летальное действие на живые организмы - это: а) токсичность; б) токсификация; в) токсикация; г) токсобность.

30. Токсичность сложных смесей, сточных вод, многокомпонентных факторов, является: а) интегральной токсичностью; б) хронической токсичностью; в) острой токсичностью; г) физиологической токсичностью.

31. Минимальный порог чувствительности, при котором отмечаются специфические тест-реакции или смертность тест-объектов - это; а) LC100; б) LC0; в) NOEC; г) LC50.

32. Способность живых организмов существовать в токсической среде, сорбируя или используя определенное количество токсического вещества, называется: а) токсикометрией; б) токсификацией; в) токсобностью; г) нет верных ответов.

33. В пределах физиологического диапазона толерантности любая интенсивность фактора является: а) необратимой; б) летальной; в) адаптируемой; г) верны первый и второй ответы.

37. К макроскопическим изменениям относят: а) изменение окраски, изменение размеров клетки; б) изменение плодовитости, дефолиация; в) изменение формы, количества и положения органов, плазмолиз; г) плазмолиз.

38. Антропогенные стрессоры могут воздействовать на поведение организма через: а) информационную среду; б) неинформационную среду; в) верны первый и второй ответы; г) нет верных ответов.

39. Фактор, который является относительно стабильным при действии антропогенных стрессов: а) продуктивность; б) величина ареала; в) возрастная структура; г) плотность.

40. Обилие видов и видовое разнообразие для биоиндикации нарушений являются параметрами: а) условными и неточными; б) достоверными; в) непригодными для использования; г) нет верных ответов.

41. Наиболее часто используемыми для индикации стрессорами являются: а) соединения тяжелых металлов; б) биоциды; в) хлорорганические соединения; г) все ответы верны

42. Выяснить факт нарушения экосистемы, установить, как изменились ее важнейшие функции можно: а) по популяционным характеристикам; б) по балансу вещественно-энергетического обмена; в) по изменению интенсивности транспирации; г) по плотности популяции.

43. $KO = 2a/2a + b + c * 100\%$ -формула определения: а) процента сходства; б) коэффициента общности; в) а + б; г) интегральной токсичности.

44. Оценка состояния природных ландшафтов ведется по следующим направлениям: а) характеристика степени антропогенного преобразования ландшафта и его классификация; б) описание структурных биологических изменений; в) а + б; г) воздействие стрессоров на популяции животных.

45. Гемеробность - это: а) нарушение ландшафта; б) окультуренность ландшафта; в) обеднение флоры; г) элементарная единица ландшафта.

46. Агемеробные территории: а) интенсивно используемые пастбища, луга и леса; б) специальные культуры, мусорные свалки, отвалы; в) скалистые, болотистые, тундровые, высокогорные; г) полностью застроенные экосистемы.

47. Метод организмов-уловителей используется при: а) пассивном мониторинге; б) активном мониторинге; в) эталонном оценивании; г) верны все три ответа.

48. Накопление каких веществ не проявляется внешне и их можно определить только в сухом веществе: а) радионуклиды; б) азотистая кислота; в) хлор; г) смеси: пыль, зола, сажа, смог.

49. Появление различного рода пятен и красноватого оттенка листьев у фасоли и шпината наблюдается под избыточным действием: а) этилена; б) азотистой кислоты; в) озона; г) хлора.

50. Отмирание цветочных почек у томатов, мелкие размеры цветков, закручивание листьев происходит под действием этилена: а) высокой концентрации; б) слабой концентрации; в) длительное время; г) а + в.

51. Среди главных направлений использования лишайников в биоиндикации и биомониторинге антропогенного загрязнения выделяют: а) индикацию изменений загрязнения среды в пространстве; б) мониторинг из-

менений загрязнения среды во времени; в) индикацию изменений загрязнения среды во времени и пространстве; г) нет верных ответов.

52. Программа периодических исследований не включает: а) инвентаризацию флоры лишайников; б) выявление лишайниковых синузий; в) устойчивость к загрязнению; г) нет верных ответов.

53. Группа лишайников, покрытие которых под действием загрязнения (на расстоянии 30 км) уменьшается более чем в 10 раз: а) чувствительные к действию атмосферного загрязнителя; б) устойчивые к загрязнению; в) очень чувствительные; г) не переносящие загрязнений.

54. Виды лишайников, на расстоянии 30 км от источника загрязнения исчезают отовсюду, полностью выпадают из лишайниковой растительности: а) не переносящие загрязнений; б) очень чувствительные; в) чувствительные к действию атмосферного загрязнителя; г) устойчивые к загрязнению.

55. Показатель относительной чистоты атмосферы рассчитывается: а) $OЧА = 3Н + Л - 3К / 30$; б) $OЧЛ = 1 / LC50$; в) $OЧА = Н + 2Л + 3К / 30$; г) нет верных ответов.

56. Коэффициент токситолерантности вида i (Qi): а) частота вида i в каждом пункте; б) среднее число видов, сопровождающих вид i по всем пунктам; в) степень покрытия вида; г) скорость роста представителей отдельных видов,

57. Не существует следующий вид загрязнения почв: а) глобальное; б) периодическое узкоограниченное; в) территориально ограниченное; г) локальное узкоограниченное.

58. Сохранение стабильности состава сообщества - это: а) зона репрессии; б) зона гомеостаза; в) зона стресса; г) зона резистентности.

59. Полное подавление роста и развития микроорганизмов в почве - это: а) зона гомеостаза; б) зона стресса; в) зона репрессии; г) зона резистентности.

60. Различают следующие типы изменения почв: а) физическое; б) химическое; в) биологическое; г) первый и второй ответы верны.

61. Агрохимикаты – это: а) зола, известковая пыль; б) средства защиты растений; в) продукты ископаемых видов топлива; г) радиоактивные осадки.

62. Подкисление почвы приводит к: а) дефициту важных минеральных веществ; б) накоплению органики; в) нейтрализации; г) все три ответа верны.

63. При загрязнении пылью и золой происходят следующие изменения: а) накопление металлов; б) изменение общей насыщенности кислот; в) дефицит металлов; г) подщелачивание.

64. Традиционным биотестом при исследовании остатков пестицидов в почве является: а) овес; б) редис; в) гречиха; г) горчица.

65. По степени загрязненности вод органическими веществами водоемы классифицируют на: а) полисапробные; б) мезосапробные; в) олигосапробные; г) все три ответа верны.

66. Рассоединение листецов из групп и изменение окраски с зеленой на голубую у ряски проявляется при воздействии: а) Си; б) Ва; в) Со; г) Zn.

67. Ведущая роль при биоиндикации изменения состояния водных экосистем принадлежит: а) простейшим; б) водорослям; в) рыбам; г) насекомым.

68. Для оценки состояния водных экосистем используется: а) фитобентос; б) перифитон; в) фитопланктон; г) все три ответа верны.

69. По формуле $S = Xsh / Ih$ вычисляется: а) индекс Вудивисса; б) индекс Сладчека, Ватанабе, Пантле, Бука; в) индекс Парале; г) индекс Вудивисса-Сладчека.

70. Интегральный индекс рассчитывается по формуле: а) ИВС = $(ZBi)/Nd$; б) ИВС = $(ZBi)/Nd + 1$; в) ИВС = $Nd + Bi$; г) ИВС = $Nd + Bi/ZBi$.

71. Индекс Балушкиной применяется для оценки состояния: а) фитобентоса; б) перифитона; в) первый и второй ответы верны; г) зообентоса.

72. Снижение активности биоценоза по сумме всех процессов образования и разрушения органического вещества фитопланктона, перифитона, бактерий и консументов соответствует: а) состоянию метаболического регресса; б) состоянию экологического регресса; в) состоянию экологического напряжения; г) нет верных ответов.

73. Индикатором очень кислых почв является: а) фиалка трехцветная; б) пырей ползучий; в) черника обыкновенная; г) осока низкая.

74. Индикатором каких почв является ожика равнинная: а) временно пересыхающих; б) сырых почв; в) очень кислых почв; г) удобряемых свежих лугов.

75. Индикатором местообитаний с поступлением азота и вытравыванием является: а) крапива жгучая; б) лебеда раскидистая; в) гвоздика травяная; г) калужница болотная.

76. Индикатором сильного подкисления: а) клевер пашенный; б) крапива жгучая; в) подорожник большой; г) лютик ползучий.

77. В чистых олиготрофных озерах можно найти такие редко встречающиеся растения, как: а) полушники озерный (*Isoetes lacustris*), лобелия Дортмана (*Lobelia dortmanna*); б) рдесты (*Potamogeton*); в) элодею канадскую (водяную чуму) (*Eioiica canadensis*); г) уруть (*Myriophyllum*), турча болотная (*Hottonia palustris*).

78. Массовое развитие рясковых свидетельствует о: а) неблагополучии водной экосистемы; б) благополучии водной экосистемы; в) нет верного ответа; г) все ответы верны.

79. Высокий показатель обилия ряски трехдольной (*Lemna trtsuha L.*) говорит о: а) богатстве водной среды биогенными веществами; б) недостатке

в водной среде биогенных веществ; в) нет верного ответа; г) чистоте и олиготрофии водоема.

80. Обилие ряски маленькой (*Lemna minor* L.) и многокоренника обыкновенного (*Spirodeh polyrhiza* (L.) Schleid.), помимо эвтрофирования, может свидетельствовать о: а) загрязнении водоема промышленными и сельскохозяйственными стоками; б) отсутствии в водоеме промышленных и сельскохозяйственных стоков; в) нет верного ответа; г) чистоте и олиготрофии водоема.

81. Локальное интенсивное развитие рясковых может указывать на: а) места отсутствия биогенных веществ в водоемах и на водосборной площади; б) места поступления биогенных веществ в водоемы с водосборной площади; в) нет верного ответа; г) чистоту и олиготрофию озёр.

82. О наличии антропогенного воздействия на водную экосистему свидетельствует: а) пышное развитие группировок стрелолиста обыкновенного (*Sagittaria sagittifolia* L.), частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica* L.), элодеи канадской (*Eiodea canadensis* Michx.), и телореза алоэвидного (*Stratiotes aloides* L.); б) пышное развитие группировок стрелолиста обыкновенного (*Sagittaria sagittifolia* L.), частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica* L.), и также элодеи канадской (*Eiodea canadensis* Michx.), телореза алоэвидного (*Stratiotes aloides* L.), урути колосистой (*Myriophyllum spicatum* L.) и роголистника погруженного (*Ceratophyllum demersum* L.); в) нет верного ответа; г) полушника озерного (*Isoetes lucustris* L.), полушника иглистого (колючеспорого) (*I. setacea* Lam.) (*I. echinuspora* Durieu), лобелии Дортмана (*Lobelia dortmanna* L.).

83. Индикатором полисапробной зоны является: а) водоросль эвглена зеленая (*Euglena viridis*); б) стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia* L.); в) телорез алоэвидный (*Stratiotes aloides* L.); г) все ответы верны.

84. Индикаторами α -мезосапробной зоны служат: а) лобелия Дортмана (*Lobelia dortmanna* L.); б) элодея канадская (*Eiodea canadensis* Michx.); в) представители десмидиевых – рода (*Closterium*, *Cosmarium*), а также некоторые виды хламидомонадовых и представители рода (*Conium*); г) все ответы верны.

85. Индикаторами β -мезосапробной зоны служат: а) зеленые водоросли (*Syrura*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Chaetophora*). Из цианей встречаются виды родов (*Nostoc* и *Aphanisomenon*); б) стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia* L.), частуха подорожниковая (*Alisma plantago-aquatica* L.), элодея канадская (*Eiodea canadensis* Michx.), и телорез алоэвидный (*Stratiotes aloides* L.); в) представители диатомовых водорослей, различные виды родов (*Melosira*, *Asterionella*) и зеленые водоросли (*Syrura*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Chaetophora*). Из цианей встречаются виды родов (*Nostoc* и *Aphanisomenon*); г) нет верного ответа.

86. Индикаторы олигосапробной зоны: а) зеленые водоросли – (*Ulothrix*, *Cladophora*, *Spirogira*); б) диатомовые водоросли (*Meridian* и

Surirella), из зеленых водорослей – (*Ulothrix*, *Cladophora*, *Spirogira*); в) стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia* L.), частуха подорожниковая (*Alisma plantago-aquatica* L.); г) нет верного ответа.

87. В целях биоиндикации радиоактивного загрязнения почв наиболее удобны: а) подвижные почвенные обитатели с длительным периодом развития; б) малоподвижные почвенные обитатели с коротким периодом развития; в) подвижные почвенные обитатели с коротким периодом развития; г) малоподвижные почвенные обитатели с длительным периодом развития (дождевые черви, многоножки, личинки жуков).

88. Индикатором загрязнений водоемов радионуклидами являются: а) моллюски озерно-прудовые и рачки-дафнии; б) рыбы; в) млекопитающие; г) нет верного ответа.

89. В водных экосистемах надежным биоиндикатором радиационной обстановки являются водные растения: а) элодея канадская; б) ива ломкая (*Salix fragilis*); в) водяной орех (*Trapa natans*); г) нет верного ответа.

90. В наземных экосистемах к хорошим индикаторам, накапливающим радионуклиды, в частности ^{137}Cs , ^{90}Sr , относятся: а) сфагновые мхи; б) хвоя сосны и ели; в) крапива двудомная, мать-и-мачеха, полынь обыкновенная, клевер розовый, клевер ползучий, тимopheевка луговая, подмаренник, мышиный горошек, звездчатка жестколистная, ландыш майский, гравилат речной, ежа сборная, пырей гребенчатый; г) все ответы верны.

91. Восстановление сообществ почвенной мезофауны начинается по мере снижения концентраций в почве и токсичности остаточного нефтепродукта: а) быстрее всего восстанавливают численность моллюски, далее кольчатые черви, затем насекомые и паукообразные; б) быстрее всего восстанавливают численность многоножки, затем насекомые, паукообразные; в) быстрее всего восстанавливают численность многоножки, затем насекомые, паукообразные, далее кольчатые черви, моллюски; г) нет верного ответа.

92. В качестве биоиндикаторов для проверки загрязнения почв газом в окрестностях подземных трубопроводов используют сажены: а) тополя; б) березы; в) вяза; г) бука.

93. Одним из надежных биоиндикаторов загрязнения обширных территорий хлорорганическими пестицидами являются: а) хищные рыбоядные птицы; б) воробьиные птицы; в) насекомоядные птицы; г) перелетные птицы.

94. При высоком загрязнении окружающей среды пестицидами вначале исчезают: а) дневные хищники и околоводные птицы (скопа, серая цапля, выпь, поганка, кулики, чайки и др.); б) всеядные (исключая врановых) и, наконец, насекомоядные и растительные виды; в) дневные хищники, рыбоядные и околоводные птицы (скопа, серая цапля, выпь, поганка, кулики, чайки и др.), затем всеядные (исключая врановых) и, наконец, насекомоядные и растительные виды; г) все ответы верны.

95. Индикатором уровня загрязнения окружающей среды ртутными соединениями является: а) их содержание в птичьих перьях; б) их содержание в птичьих яйцах; в) их содержание в птичьем помете; г) все ответы верны.

96. Среди растений самыми чувствительными индикаторами общего загрязнения воздуха являются: а) лишайники; б) дубы; в) осины; г) все ответы верны.

97. В окрестностях предприятий, производящих удобрения, хвоя сосны под действием нитратов: а) изгибается; б) укорачивается; в) удлиняется; г) нет верного ответа.

98. В окрестностях предприятий, производящих удобрения, хвоя сосны под влиянием сернистого газа: а) изгибается; б) укорачивается; в) удлиняется; г) нет верного ответа.

99. У лип в условиях устойчивого сильного загрязнения атмосферы получает распространение: а) кустовидная форма; б) искривленная форма; в) гигантская форма; г) нет верного ответа.

100. Сложные древостои: а) менее чувствительны к загрязнению; б) более чувствительны к загрязнению; в) не чувствительны к загрязнению; г) нет верного ответа.

101. Изреживание древостоя: а) ведет к изменениям в нижних ярусах; б) не ведет к изменениям в нижних ярусах; в) ведет к изменениям в верхних ярусах; г) нет верного ответа.

102. Показателем кислой почвы служит: а) присутствие сине-зеленых и диатомовых водорослей; б) отсутствие сине-зеленых и диатомовых водорослей; в) чрезмерное развитие сине-зеленых и диатомовых водорослей; г) нет верного ответа.

103. Показателем щелочной почвы служит: а) еле заметное присутствие сине-зеленых и диатомовых водорослей; б) отсутствие сине-зеленых и диатомовых водорослей; в) господство сине-зеленых водорослей; г) нет верного ответа.

104. Повышенные дозы минеральных удобрений: а) угнетают водоросли; б) не угнетают водоросли; в) незаметно угнетают водоросли; г) нет верного ответа.

106. Лучшим индикатором плотности и механического состава почв являются: а) роющие представители почвенной мезофауны - личинки пластинчатоусых жуков; б) роющие представители почвенной микрофауны - личинки клещей; в) роющие представители червей; г) нет верного ответа.

107. К кальцефильным почвенным и подстилочным животным относятся: а) жуки и их личинки; б) диплоподы, мокрицы, дождевые черви, моллюски; в) клещи и их личинки; г) все ответы верны.

108. Численность дождевых червей, мокриц, диплопод моллюсков резко повышается при: а) известковании почв; б) перепашке почв; в) внесении азотных удобрений; г) внесении фосфорных удобрений.

109. Необычно высокий рост плотности популяции вредителей - это:
а) сверхразмножение; б) ретроградация; в) кульминация; г) проградация.

110. Рост плотности популяции: а) кульминация; б) ретроградация;
в) латентная фаза; г) проградация.

111. Тип массового размножения, для которого характерно быстро затухающее состояние: а) временный тип; б) латентный тип; в) перманентный тип; г) нет верных ответов.

112. Латентный тип массового размножения характерен для:
а) яблонной плодожорки; б) колорадского жука; в) вредной черепашки;
г) полевки обыкновенной.

113. Биоценотическое, ландшафтно-зональное и биосферное явление, основанное на взаимодействии экологических и антропогенно-технологических факторов, вызванное заполнением (загрязнением) биосферы результатами человеческой деятельности: а) биоиндукция; б) биоповреждение; в) биоиндикация; г) биотестирование.

114. Источником биоповреждения служит: а) фактор среды; б) человек; в) живой организм; г) второй и третий ответы верны.

115. Биоповреждения не возникают: а) вне среды; б) в окружающей среде; в) первый и второй ответы верны; г) нет верных ответов.

116. Биоповреждение является: а) экологическим явлением; б) антропогенным явлением; в) технологическим явлением; г) все три ответа верны.

117. Факторы, которые не влияют на взаимоотношение основных компонентов биоповреждающего процесса: а) эколого-географические; б) социально-экономические; в) антропогенные; г) нет верных ответов.

118. Минимальной единицей биоповреждающего воздействия является: а) вид; б) популяция; в) сообщество; г) биоценоз.

119. Один из самых существенных факторов, который может ускорить или затормозить возникновение биоповреждения, изменить характер и направленность - это: а) биоценотические связи; б) тест-объекты; в) индикационные связи; г) популяционно-экологические объекты.

120. Основные партнеры, участвующие в защите от биоповреждений делятся на: а) 3 категории; б) 4 категории; в) 5 категорий; г) 2 категории.

121. Первые упоминания о биоповреждении материалов микроорганизмами встречаются у: а) Платона; б) Аристотеля; в) Плиния и Гомера; г) Бюффона.

122. Источником энергии служат окислительно-восстановительные реакции у следующей группы бактерий: а) автотрофы; б) хемотрофы; в) литотрофы; г) фототрофы.

123. Источником энергии и углерода у фототрофных бактерий является: а) свет; б) органические соединения; в) углекислота; г) все три ответа верны.

124. Источником энергии у литотрофных бактерий является:
а) свет; б) неорганические вещества; в) углекислота; г) органические соединения.

125. Источником энергии автотрофных бактерий является: а) углекислота; б) органические соединения; в) неорганические вещества; г) свет.

126. К литотрофным бактериям не относятся: а) тионовые; б) нитрифицирующие; в) железобактерии; г) нет верных ответов.

127. Способность бактерий разрушать разнообразные органические соединения связана с присутствием у них: а) плазмид; б) хромосом; в) рибосом; г) все три ответа верны.

128. К специфическим биологическим особенностям, позволяющим грибам участвовать в развитии биоповреждений не относят: а) способность расти в биологически экстремальных условиях; б) способность образовывать токсические продукты; в) низкую энергию размножения; г) верны все три ответа.

129. К каким организмам относятся грибы: а) прокариоты; б) эукариоты; в) первый и второй ответы верны; г) нет верных ответов.

130. Гетерокариотичность мицелия характерна для класса: а) зигомицеты; б) базидиомицеты; в) аскомицеты; г) дейтеромицеты.

131. Для материалов является опасным следующее количество семейств жуков: а) 29; б) 19; в) 45; г) 97.

132. В список кожеедов, вредящих на территории СНГ, включено: а) 42 вида; б) 67 видов; в) 45 видов; г) нет верных ответов.

133. Переходу кожеедов в синантропные условия благоприятствуют следующие экологические особенности: а) высокая численность вида в природе; б) отсутствие диапаузы; в) пластичность; г) все три ответа верны.

134. При борьбе с молями необходимы следующие мероприятия: а) низкая температура; б) высокая влажность; в) проветривание и просушивание помещений; г) первый и третий ответы верны.

135. В нашей стране известно следующее число видов точильщиков, вредящих постройкам, мебели, музейным экспонатам: а) 10 видов; б) 20 видов; в) 30 видов; г) 40 видов.

136. Неблагоприятной для существования насекомых является среда с: а) высокой влажностью; б) низкой температурой; в) низкой влажностью; г) первый и второй ответы верны.

137. Антиметаболиты, которые в соответствующих концентрациях влияют на жизненно важные функции насекомых, подавляют их рост и размножение: а) пестициды; б) гербициды; в) инсектициды; г) инсектистатики.

138. Среди населяющих земной шар видов птиц, к биоповреждающим относится: а) 3%; б) 8%; в) 1%; г) 27%.

139. Основные биоповреждающие виды относятся к семейству: а) чайковые; б) жаворонковые; в) дятловые; г) совиные.

140. К повреждаемым птицами объектам относят: а) повреждение энергетических установок; б) повреждение пушно-мехового сырья; в) повреждение транспортных средств; г) все ответы верны.

141. К средствам защиты от биоповреждений, вызываемых птицами, относят: а) биоцидные средства; б) средства, ухудшающие физиологическое состояние организма; в) средства, вызывающие реакцию активного избегания; г) все ответы верны.

142. К средствам защиты от биоповреждений, вызываемых млекопитающими, относят: а) проведение общих профилактических мер; б) истребительные работы; в) применение инсектицидов; г) первый и второй ответы верны.

143. Большое количество видов встречается при следующем типе обрастания: а) глубоководное; б) океаническое; в) прибрежное; г) нет верных ответов.

144. В пресных водах одним из основных обростателей, часто встречающихся на сваях, буях, в водоводах, являются: а) кишечнополостные; б) полихеты; в) губки; г) водоросли.

145. Встречается в обрастании только в пресных водах и в очень ограниченном количестве в солоноватых следующая группа организмов: а) насекомые; б) иглокожие; в) оболочники; г) ракообразные.

146. Количество водорослей зависит от: а) солености; б) температуры воды; в) освещенности; г) все три ответа верны.

147. Развитие первичной пленки начинается с: а) диатомовых водорослей; б) бактерий; в) грибов; г) губок.

148. Первые фазы развития сообщества обрастания контролируются: а) биотическими факторами; б) антропогенными факторами; в) абиотическими факторами; г) верны все три ответа.

149. Преобладание разных видов обростателей в биоценозе зависит от: а) экологических условий; б) свойств субстрата; в) продолжительности нахождения субстрата в воде; г) все ответы верны.

150. Схема сукцессии обрастания состоит из: а) 3-х фаз; б) 4-х фаз; в) 5-ти фаз; г) 6-ти фаз.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Актуальные вопросы биоповреждений / под. ред. Б.В. Бочарова. – М., 1983.
2. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем / под ред. Р. Шеберта. – М., 1988. – 345 с.
3. Бурдин К.С. Основы биологического мониторинга. – М., 1985. – 265 с.
4. Вронский В.А. Прикладная экология. – Ростов н/Д, 1996. – 512 с.
5. Герасименко А.А. Защита материалов от биоповреждений. – М., 1984.
6. Гусев В.И. Определитель повреждений плодовых деревьев и кустарниковую – М., 1990.
7. Гусарова В.С., Макарова И.А., Зырянова У.П. Методы и средства измерения качества окружающей среды: практикум к лабораторным работам. – Ульяновск, 2019. – 79 с.
8. Евгеньев М.И. Тест-методы и экология // Соросовский образовательный журнал. – 1999. – № 11. – С. 29–34.
9. Конюшко В.С., Лешко А.А., Чубаро С.В. Биологические индикаторы как объект внеклассной работы в школе – Витебск, 1998.
10. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М., 1990. – 352 с.
11. Левич А.П. Биотическая концепция контроля природной среды // Доклады Российской академии наук. – 1994. – № 2. – С. 280–282.
12. Ляшенко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учеб. пособие / СПб ГТУРП. – СПб., 2012. – 67 с.
13. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М., 1980. – 304 с.
14. Пухальская В.Н. Антропогенные стрессы в экологии. – М., 1998. – 174 с.
15. Рожнов Г.И., Проинова В.А., Тирас Х.П., Моисеева М.В., Иванов Н.Г. Перспективы использования биотестирования в качестве альтернативных методов оценки токсичности // 1-й съезд токсикологов России. Тезисы докладов, 17–20 ноября. – М., 1998. – 313 с.
16. Симонян Е.Г., Погосян В.С., Джигаружян Э.М., Суджян А.О. Выявление действия загрязнителей атмосферного воздуха с применением растительных тест-объектов // Вопросы биологии. – 1989. – Т. 5. – С. 49–59.
17. Соколов В.А., Филипчук О.Д., Цаценко Л.В. Биогеоэкологические критерии экологического нормирования // С.-х. биология. – 1998. – № 3. – С. 3–24.
18. Сушко Г.Г. Эколого-фаунистическая характеристика жесткокрылых (Coleoptera) естественных и антропогеннонарушенных верховых болот Белорусского Поозерья // Ученые записки УО ВГУ имени П.М. Машерова. – 2004. – Т. 3. – С. 276–288
19. Туровцев В.Д., Краснов В.С. Биоиндикация / учеб. пособие. – Тверь, 2004. – 260 с.

20. Шапиро И.А. Физиолого-биохимические изменения у лишайников под влияние атмосферного загрязнения // Успехи современной биологии, 1996, № 116. Вып. 2. – С. 158–171.

21. Шкатуло В.В. Жесткокрылые (Insecta: Coleoptera) мелиорированных верховых болот Белорусского Поозерья // Вестник ВГУ. – 2013. – № 4(76) – С. 33–39.

22. Шкатуло В.В, Сушко Г.Г. Современное состояние и основные тенденции изменений комплексов насекомых (Auchenorrhyncha, Heteroptera, Coleoptera) трансформированных верховых болот Белорусского Поозерья / В.В. Шкатуло, Г.Г. Сушко // Вестник ВГУ. – 2014. – № 4(82) – С. 46–57.

23. Peus F. Beitrage zur Kenntnis der Tierwelt nordwestdeutscher Hochmoore. Eine okologische Studie. Insecten, Spinnentiere, Wirbeltiere / Z/Morphol. Okol. Tiere. – 1928. – Bd. 12. – P. 533–683.

Учебное издание

ЯНОВСКАЯ Виктория Владимировна

БИОИНДИКАЦИЯ И БИОПОВРЕЖДЕНИЯ

Методические рекомендации

Технический редактор

Г.В. Разбоева

Компьютерный дизайн

Е.А. Барышева

Подписано в печать 2020. Формат 60x84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 2,56. Уч.-изд. л. 2,24. Тираж экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

Свидетельство о государственной регистрации в качестве издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/255 от 31.03.2014.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.