

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ

**Расчетно-аналитическая работа № 1
По курсу «Общая экология»**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ
ПО СТРУКТУРНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ
ЗООПЛАНКТОНА**

**МИНСК
2005**

Оборудование: бинокулярный микроскоп МБС-10; чашки Петри; химические стаканы объемом 100-250 мл; пипетки для отбора проб; предметные и покровные стекла.

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы – практически изучить метод оценки качества воды по индексу видового разнообразия Шеннона.

Устройство и принцип работы микроскопа

Микроскоп МБС-10 предназначен для наблюдения объемных, а также тонких пленочных и прозрачных объектов. Наблюдение может производиться как при искусственном, так и при естественном освещении в отраженном и проходящем свете. Микроскоп имеет кратное увеличение от 4,8 до 100,8. Источником искусственного освещения служит галогенная лампа 12 В (20 Вт).

Оптическая схема микроскопа. Изображение предмета, полученное с помощью объектива **5** и двух систем Галилея **6** и **7**, фокусируется объективами **8** в фокальную плоскость окуляров **10**. Системы Галилея работают в прямом и обратном ходе, давая в сочетании с объективами **5** и **8** четыре варианта увеличений объективной части микроскопа.

К микроскопу прилагаются две пары сменных окуляров и один окуляр 8^x со сменными шкалой и сеткой и диоптрийной наводкой, с помощью которых рассматривается изображение. Значения увеличений окуляров нанесены на их корпусах. Оптические характеристики микроскопа с каждой парой сменных окуляров и при всех увеличениях объектива приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика микроскопа	Увеличение микроскопа, крат		Поле зрения в плоскости объекта, мм	
Увеличение Увеличение окуляра объектива	8	14	8	14
0,6	4,8	8,4	39,6	29,7
1	8,0	14,0	22,4	16,8
2	16,0	28,0	11,2	8,4
4	32,0	56,0	5,6	4,2
7	56,0	100,0	3,2	2,4

Призмы Шмидта **9** дают прямое изображение предмета и позволяют изменять межзрачковое расстояние прибора от 56 до 72 мм в соответствии с базой глаз наблюдателя.

Описание микроскопа. Микроскоп МБС-10 состоит из оптической головки, стола микроскопа и блока питания.

Оптическая головка включает в себя корпус с барабаном, объектив, бинокулярную насадку и осветитель. Стол микроскопа состоит из столика для работы в проходящем свете и столика для работы в отраженном свете.

Установка нужного увеличения осуществляется вращением рукояток **13** до совмещения цифры на рукоятке с индексом на кольце. Фокусировка микроскопа на объект производится перемещением оптической головки относительно стола микроскопа вращением рукояток **22**.

Внимание! Вращение рукояток фокусировки и смены увеличений одновременно в противоположных направлениях запрещается!

В корпусе помещен барабан с установленными в нем системами Галилея. При вращении рукояток **13**, которые крепятся на оси барабана, происходит смена увеличений. Значения увеличений объектива нанесены на рукоятках **13**.

Объектив крепится к корпусу барабана с помощью байонета. Фиксация объектива осуществляется винтом **17**.

Внимание! Во избежание падения объектива винт **17 должен быть всегда ввернут до упора!**

Изменение межзрачкового расстояния от 56 до 72 мм осуществляется за счет поворота призм Шмидта **9** во взаимно противоположном направлении с помощью винтового механизма, приводимого в движение рукояткой **6**.

Внимание! Изменение межзрачкового расстояния путем сведения и разведения окулярных трубок вручную категорически запрещается, так как это может привести к поломке прибора.

На стойке **15** стола микроскопа с помощью зажимного винта, который всегда должен быть надежно затянут, крепится оптическая головка микроскопа. Для предотвращения случайного опускания головки и удобства настройки освещенности предусмотрен хомутик **28**. В столе имеется круглое окно, в которое устанавливается предметное стекло или пластина **18**, два отверстия для зажимов **21** и три отверстия для установки препаратоводителя. В столике помещено зеркало и матовая пластина в оправе **12**, вращение которых производится рукояткой **27**. В задней стенке столика есть гнездо для установки осветителя при работе в проходящем свете. В боковых стенках столика имеются ниши с гнездами для установки подлокотников.

При работе в отраженном свете осветитель устанавливается в гнезде кронштейна **19**, который позволяет освещать объект исследования под различными углами с разных сторон. Питание лампы осветителя осуществляется через блок питания **24** от сети переменного тока напряжением 220 В. На крышке блока питания помещен разъем на 12 В для подключения осветителя.

Порядок работы с микроскопом МБС-10.

1. Включить вилку блока питания в электросеть.
2. Включить тумблер на блоке питания.
3. Поместить исследуемый объект на столик микроскопа.
4. Сфокусировать микроскоп на объект исследования, вращая рукоятки **22**.

5. Установить межзрачковое расстояние прибора в соответствии с базой глаз наблюдателя, вращая рукоятку **6**.

6. Выбрать положение осветителя, вращая его относительно объектива и подбирая удобный угол наклона.

7.Провести диоптрийную наводку на объект (осуществляется после фокусировки).

Ход работы

Студенты в парах изучают содержимое чашки Петри, помещенной под биноклем МБС-10. Для удобства тотального счета организмов чашка Петри разграфлена. После того как все организмы подсчитаны и идентифицированы, необходимо рассчитать по полученным данным индекс Шеннона.

В последнее время для оценки чистоты вод предлагают использовать величину информации сообществ, которая рассчитывается по количественным показателям гидроценозов. Наиболее распространенным является использование индекса Шеннона, отражающего структурированность сообщества водного населения. Видовое разнообразие по индексу Шеннона рассчитывается по формуле:

$$H = - \sum n_i/N \cdot \log_2 n_i/N ,$$

где n_i – численность каждого отдельного вида; N – общая численность организмов в пробе.

Данные, полученные в результате исследования содержимого чашки Петри, заносятся в таблицу 2.

Таблица 2

Виды	Численность вида	n_i/N	$\log_2(n_i/N)$	$n_i/N \cdot \log_2 n_i/N$
вид 1				
вид 2				
вид 3				
вид 4				
вид 5				
и т.д.				
	N=...			H= ...

На основе рассчитанного индекса видового разнообразия Шеннона сделать вывод о качестве воды.

Литература:

Биоиндикация загрязнений наземных экосистем: Пер. с нем. / Под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1988. – 348 с.

Константинов А.С. Общая гидробиология. – М.: Высшая школа, 1972. – 472 с.

Методические указания по биотестированию сточных вод с использованием рачка дафния magna. – М.: Союзводпроект, 1986. – 27 с.

Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н. Методы исследования качества воды водоемов. – М.: Медицина, 1990. – 399 с.

Рамад Ф. Основы прикладной экологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 540 с.

Реймерс Н.Ф. Природопользование. – М.: Мысль, 1990. – 638 с.

Снакин В.В. Экология и охрана природы. – М.: Academia, 2000. – 384 с.

Степановских А.С. Прикладная экология. – М.: ЮНИТИ, 2003. – 751 с.

Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. – М.: Владос, 2003. – 288 с.

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ

**Практическое занятие № 1
По курсу «Общая экология»**

**БИОИНДИКАЦИОННЫЙ МЕТОД
ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**МИНСК
2005**

Оборудование: бинокулярный микроскоп МБС-10; чашки Петри; химические стаканы объемом 100-250 мл; пипетки для отбора проб; предметные и покровные стекла.

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы – научиться оценивать качество окружающей среды биоиндикационным методом.

Теоретические основы биоиндикации

Биоиндикация – это оценка качества среды обитания и ее отдельных характеристик по состоянию живых организмов в природных условиях. В качестве биоиндикаторов служат организмы, по наличию, состоянию или поведению которых судят об изменениях в окружающей природной среде, в том числе о присутствии и концентрации загрязнителей.

Обычно живые организмы в той или иной степени реагируют на изменения окружающей среды, но в ряде случаев это нельзя выявить физическими или химическими методами, так как разрешающие возможности приборов или химических анализов ограничены. Этими методами может быть обнаружен, например, эффект биологического накопления отдельных токсических веществ в организмах растений и животных. Чувствительные организмы-биоиндикаторы реагируют не только на малые дозы экологического фактора, но и дают адекватную реакцию на воздействие комплекса факторов.

Возможны следующие уровни биоиндикации, которые чаще всего используются в экологии:

1. Биохимические и физиологические реакции (изменение различных процессов и накопление определенных токсикантов в органах живых организмов).
2. Анатомические, морфологические, биоритмические и поведенческие реакции.
3. Флористические и фаунистические изменения.
4. Биоценотические изменения (перестройка таксономической структуры биоценоза).

Существуют два основных метода биоиндикации: пассивный и активный. В первом случае исследуют видимые или незаметные повреждения и отклонения от нормы, которые являются признаками неблагоприятного воздействия. Во втором случае используют ответную реакцию наиболее чувствительных к данному фактору организмов (биотестирование).

Биоиндикация может проводиться на уровне макромолекул, клетки, организма, популяции, сообщества и экосистемы.

Существует биоиндикация специфическая (реакция только на один фактор) и неспецифическая (одна и та же реакция на многие факторы). Чувствительными биоиндикаторами могут служить как отдельные процессы в организме (изменение ферментативной активности, накопление аминокислот, изменения в пигментном комплексе, накопление серы в листьях), так и морфо-

логические изменения (изменения формы и размера листовой пластинки, появление асимметрии, некрозы, снижение продолжительности жизни, образование шипов у водных беспозвоночных).

Наиболее детально биоиндикационные свойства живых организмов изучены на растительных сообществах. В порядке возрастания толерантности к загрязнению растительные организмы ранжируются следующим образом: грибы, лишайники, хвойные, травянистые растения, листопадные деревья. Среди сельскохозяйственных культур наиболее чувствительны салат, люцерна, злаковые и крестоцветные (капуста, редис). К нечувствительным видам относят кукурузу, виноград, розоцветные (яблоня, груша, малина, клубника и др.), подорожник (Рамад, 1981). Следует отметить, что эти градации не являются одинаковыми для всех видов загрязнителей природной среды, так как их воздействие разное и выявление специфических биоиндикаторов на тот или иной фактор дает возможность сделать сам метод более точным и информативным. В таблице 1 представлены растения – индикаторы различных загрязняющих веществ.

Таблица 1

Загрязняющие вещества	Растения-индикаторы
Общее загрязнение	Лишайники, мхи
Тяжелые металлы	Слива, фасоль обыкновенная
Диоксид серы	Ель, люцерна
Фтористый водород	Береза бородавчатая, земляника
Аммиак	Подсолнечник, конский каштан
Сероводород	Шпинат, горох
Фотохимический смог	Крапива, табак
Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)	Соя, недотрога обыкновенная

Наиболее часто в качестве биоиндикаторов используются лишайники (**лихеноиндикация**). Их высокая чувствительность к разным загрязнениям связана с тем, что они поглощают вещества из окружающей среды всем телом (по типу губчатого материала и с минимальной избирательностью). Кроме того лишайники обладают замедленным обменом веществ и слабой обновляемостью тела, аккумулируя вредные вещества, а это приводит к их быстрой гибели.

Довольно широко биоиндикация применяется в гидроэкологии. До недавнего времени оценка загрязнения водоемов велась по шкале сапробности, созданной в 1908 г. Р. Кольквитцем и М. Марссоном. По этой шкале водоемы или их зоны в зависимости от степени загрязнения органическими веществами подразделяются на **поли-, мезо- и олигосапробные**. Полисапробные водоемы характеризуются почти полным отсутствием свободного кислорода, наличием в воде неразложившихся белков, сероводорода и углекислого газа, восстановительным характером биохимических процессов. В мезосапробных водоемах загрязнение выражено слабее: неразложившихся белков нет, сероводорода и углекислого газа немного, достаточно кислорода, но в воде еще

присутствуют азотистые соединения (аммиак, аминокислоты). В олигосапробных водоемах сероводород отсутствует, углекислого газа мало, растворенных органических веществ практически нет. Иногда еще выделяют **катапробные** воды, в которых количество растворенного кислорода выше нормального (пересыщение), а углекислоты и сероводорода нет совсем.

В полисапробных водах самоочищение в основном идет за счет деятельности бактерий *Thiopolycoccus ruser* и *Sphaerotilus natans*, жгутиковых *Oicomonas mutabilis*, инфузорий *Paramaecium putrinum* и *Vorticella putrina*, олигохет *Tubifex tubifex*, личинок мухи *Eristalis tenax*. Число видов, способных жить в загрязненных водоемах, сравнительно невелико, но зато они встречаются здесь в массовых количествах.

Мезосапробные воды подразделяются на α - и β -мезосапробные. В первых встречаются аммиак, аминокислоты, но уже есть и кислород. Здесь характерны многочисленные бактерии, гриб *Mucor*, синезеленые *Oscillatoria*, *Phormidium uncinatum*, простейшие *Chlamydomonas debrayana*, *Euglena viridis*, *Stentor coeruleus*, многие коловратки, моллюск *Sphaerium corneum*, рачок *Asellus aquaticus*, личинки двукрылых *Chironomus* и *Psychoda*. Минерализация органического вещества в основном идет за счет его аэробного окисления, особенно бактериального. β -мезосапробная подзона характеризуется присутствием аммиака и продуктов его окисления – азотной и азотистой кислоты. Аминокислот нет, сероводород встречается в незначительных количествах, кислорода в воде много, минерализация идет за счет полного окисления органического вещества. Видовое разнообразие обитателей этой подзоны гораздо выше, чем в предыдущей, но численность и биомасса организмов ниже. Здесь характерны диатомовые *Melosira varians*, *Diatoma* и *Navicula*, зеленые *Cosmarium*, *Botrytis*, *Spirogyra crassa*, *Cladophora*, многие протококковые и бактерии. Впервые встречаются цветковые растения – роголистник *Ceratophyllum demersum*. Из животных многочисленны корненожки, солнечники и инфузории, появляются губки, мшанки, моллюски, многочисленные ракообразные и рыбы. Население олигосапробных вод разнообразнее в видовом отношении, но количественно заметно беднее, чем в других зонах.

Умеренное загрязнение переносят личинки мошек, личинки стрекоз, двустворчатые моллюски. О сильном загрязнении вод свидетельствует заселение их личинками комара-звонца (олигохеты) и ильной мухи.

На основании сведений о видовом составе гидробионтов, обнаруженных в тех или иных водах, можно представить, насколько водоемы чисты или загрязнены. Поэтому организмы, характерные для зон разной сапробности, носят название биоиндикаторов степени загрязнения водоемов. Индикаторная роль гидробионтов характеризуется не только фактом присутствия или отсутствия в водоеме, но и степенью количественной представленности.

В последнее время для оценки чистоты вод предлагают использовать величину информации сообществ, которая рассчитывается по количественным показателям гидроценозов. Наиболее распространенным является использование индекса Шеннона, отражающего структурированность сообщества

водного населения. Видовое разнообразие по индексу Шеннона рассчитывается по формуле:

$$H = - \sum p_i/N \cdot \log_2 p_i/N ,$$

где p_i – численность каждого отдельного вида; N – общая численность организмов в пробе.

Ход работы

Выбираются контрольные участки растительных сообществ в пределах города (лучше всего лесопарковая или парковая зоны). Студенты по степени развития лишайников на стволах деревьев (выборка должна составлять не менее 10 деревьев в каждой точке) оценивают состояние окружающей среды. Кроме того изучается состояние кроны хвойных пород (сосна, ель), по которой можно судить об экологической ситуации, сложившейся в различных районах г. Минска. Если верхушка дерева усохла, ветви редкие с пожелтевшей хвоей, то это говорит о неблагоприятной экологической ситуации в данном районе.

Сделайте вывод об экологической ситуации в конкретном районе города, используя виды растений – индикаторов качества окружающей среды.

Литература:

Биоиндикация загрязнений наземных экосистем: Пер. с нем. / Под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1988. – 348 с.

Константинов А.С. Общая гидробиология. – М.: Высшая школа, 1972. – 472 с.

Методические указания по биотестированию сточных вод с использованием рачка дафния магна. – М.: Союзводпроект, 1986. – 27 с.

Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н. Методы исследования качества воды водоемов. – М.: Медицина, 1990. – 399 с.

Рамад Ф. Основы прикладной экологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 540 с.

Реймерс Н.Ф. Природопользование. – М.: Мысль, 1990. – 638 с.

Снакин В.В. Экология и охрана природы. – М.: Academia, 2000. – 384 с.

Степановских А.С. Прикладная экология. – М.: ЮНИТИ, 2003. – 751 с.

Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. – М.: Владос, 2003. -288 с.