



**Биоиндикация качества
пресных вод
с использованием водных
беспозвоночных**
(краткое руководство по
биомониторингу)

**Международный детский
экологический симпозиум**

Владивосток, 21-22 августа 2006

Биоиндикация качества пресных вод с использованием водных беспозвоночных

(Краткое руководство по биомониторингу пресных вод для школьников)

Международный детский экологический симпозиум,
21-22 августа 2006, Владивосток, Россия.

Т.С. Вшивкова, Д. Морз

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток
Департамент природопользования Администрации Приморского края

Владивосток 2006.

Титул: Водные насекомые ("Жизнь пресных вод", Ламперт, 1900).

Оглавление

1. Введение
2. Что такое биоиндикация и биомониторинг?
3. Методы отбора гидробиологических проб
4. Водные беспозвоночные - индикаторы качества воды
5. Простые методы оценки качества вод
6. Приложения:
 - А. Экологический паспорт реки
 - Б. Пиктографический ключ определения водных организмов

ВВЕДЕНИЕ

Малые водные объекты - речки, озера, пруды - важные элементы окружающей нас среды. Вместе с крупными водными объектами - полноводными реками, большими и глубокими озерами, минеральными и термальными источниками, а также болотными пространствами - они составляют национальное богатство каждой страны и всей нашей планеты. Но в настоящее время это богатство - под угрозой. Человек перестал быть хранителем воды. Малые речки и водоемы с каждым годом все сильнее загрязняются из-за небрежного отношения к ним человека. В речках моют машины, пускают на водопой коров, сбрасывают мусор. И вода речек становится грязной, мутной, превращаясь из "живой" в "мертвую". Постепенно угасает жизнь в воде. Сначала умирают самые чувствительные организмы, им на смену приходят менее прихотливые, но со временем могут исчезнуть и они. Вода становится ядовитой и смертельной не только для водных животных, но и для человека, являясь причиной разного рода заболеваний. Грязная речка несет свои воды в более крупные водотоки и постепенно, вместе с другими "маленькими грязнулями", отравляет воды большой реки, которая, в свою очередь, несет свои воды в море.

А ведь вода это не только хозяйственный ресурс. Это неотъемлемая часть природы, ее красота. Как прекрасно в жаркий день искупаться в чистых водах речки, посидеть у лесного озера с удочкой, просто отдохнуть, наблюдая за бурной жизнью насекомых, земноводных, птиц, которых так много у чистой воды. Но наши речки и озера мелеют, умирают и могут исчезнуть навсегда, если человек не осознает - мы все в одной лодке и, чтобы не утонуть в хаосе грязи, надо засучить рукава и приняться за уборку нашего общего дома - Земля.

Наиболее доступной и благодарной формой действий по спасению наших речек и озер является их изучение и охрана в сочетании с акциями по уборке территории, реализации программ и простых мероприятий по восстановлению и поддержанию малых водных объектов. Исследование экологического состояния речек, изучение законов жизни в них можно из простого "детского" мероприятия превратить в серьезную государственную акцию. Для этого следует собирать и анализировать данные в соответствии с простыми и универсальными методами, систематизировать их и передавать в государственные службы экологического мониторинга окружающей среды, природоохранные организации, управления по охране водных и рыбных ресурсов. И взрослые скажут спасибо ребятам. Ведь только вместе, взявшись рука об руку, мы можем спасти наш мир от надвигающейся катастрофы.

Пусть мечта о Чистом Мире вокруг нас станет целью нашей жизни, сияющей нитью, которая выведет человечество из экологического тупика!

2. Что такое биоиндикация и биомониторинг?

Как узнать, больна ли речка? Как определить, пригодна ли ее вода для жизни? Для этого можно исследовать химический состав воды или изучить живущие в ней микроорганизмы (это *химический* и *микробиологический* методы анализа качества воды). Но такие исследования довольно сложны и требуют много времени, специальной подготовки, оборудования, оптики. Проще изучить и проанализировать более крупные водные организмы - *гидробионты*, живущие в реке - водоросли, беспозвоночные и рыбы.

Все гидробионты по-разному относятся к загрязнениям. Их можно разделить на три группы: очень *чувствительные* к загрязнениям (индикаторы чистой воды), *умеренно чувствительные* и *толерантные* (то есть, те, которые могут существовать в очень загрязненных водоемах и даже чувствовать себя там превосходно!). Очень хороши для тестирования организмы *бентоса* - беспозвоночные животные, которые живут на дне водоемов. Их легко собирать, многие из них достаточно крупны и хорошо различимы даже без увеличительных приборов.

Сравнив качественный состав и количественную структуру сообществ донных организмов, можно делать выводы о здоровье ручья. Если в воде много чувствительных к загрязнению организмов и они разнообразны - речка здорова, и - наоборот, присутствие большого числа толерантных организмов свидетельствует о неблагоприятной экологической обстановке. Метод определения качества вод с использованием водных организмов называется *биоиндикацией*, а система наблюдений за состоянием водного объекта называется *биомониторингом*.

Биоиндикация пресных вод - система оценки состояния и изменений качества вод, основанная на изучении качественного и количественного состава чувствительных и толерантных к загрязнениям гидробионтов.

Биомониторинг пресных вод - система повторных, целенаправленных наблюдений, оценки и прогноза экологического состояния водных объектов с использованием методов биоиндикации. В процессе биомониторинга накапливаются данные о состоянии водных объектов, анализируется состояние водных объектов, выясняются причины и источники изменений экологического состояния объектов.

3. Методы отбора гидробиологических проб

Перед проведением работ по выяснению экологического состояния водотоков необходимо определить возможные источники загрязнений в районе исследований. Это может быть завод, сбросы животноводческих ферм, бензозаправочная станция или что-либо другое. После определения источника загрязнений рекомендуется установить, по крайней мере, две станции отбора проб – несколько выше источника загрязнений (такая станция называется *фоновой*) и ниже источника (50-100 м) (*тестируемая* станция). Вы должны быть уверены, что выше *фоновой станции* существенные источники загрязнений отсутствуют, и она на самом деле явится контрольной точкой при сравнении результатов.

Для более полного сбора данных, пробы следует отбирать в течение трех временных периодов – весной, летом и осенью, тогда ваши сборы будут более полными, в них попадут представители, развивающиеся по разным жизненным циклам.

Методы отбора проб считаются *качественными*, если учитывается только таксономический состав беспозвоночных (то есть биоразнообразие организмов - *кто* обитает на исследуемом участке). Количественными методами называются такие, когда

учитывается также и численность организмов (сколько?). При строгих методах учета (пробы отбираются различными количественными рамками, дночерпателями, бентометрами) определяется численность организмов на квадратный метр (экз/м), при условно количественных методах учитывается численность организмов в пробе (в этом случае численность обычно выражается в %).

Существует много методов отбора водных организмов. Для проведения общественного мониторинга на реках и ручьях рекомендуются несколько простых методов отбора проб: *метод визуального осмотра* и *метод принудительного дрейфа* (с помощью *донного сачка* или *ручного экрана*). Оба метода могут рассматриваться как качественные (если вы учитываете только качественный состав организмов) или условно количественные, если задаются такие параметры как а) фиксированное время отбора пробы, и б) дистанция отбора пробы.

Метод визуального осмотра – метод заключается в тщательном визуальном осмотре и сборе гидробионтов с разных участков грунта (валунов, гальки, песчаных полей) и других субстратов (пакетов опавшей листвы, веток деревьев, водной растительности) на выбранном участке. Гидробионтов собирают вручную или смывают с камней и других субстратов в кювету или ведро, а затем исследуют их состав. Данный метод можно использовать как условно количественный, если сбор гидробионтов осуществляется в течение определенного времени (например, в течение 30 минут), на определенном размерном участке (например, на участке длиной 10 м). В этом случае учитывается обилие организмов различных групп бентоса (например, по 5-балльной шкале встречаемости: 1 - единичны, 2 - редки, 3 - часты, 4 - многочисленны, 5 - доминируют в пробе), необходимо также, чтобы сборы всегда осуществлялись определенным числом участников (например, 3 человека).

Собранные организмы бережно осматривают в кювете, стараясь не повредить, определяют до групп организмов и данные заносят в полевые карточки. Затем организмы вместе с водой вновь возвращают в ручей.

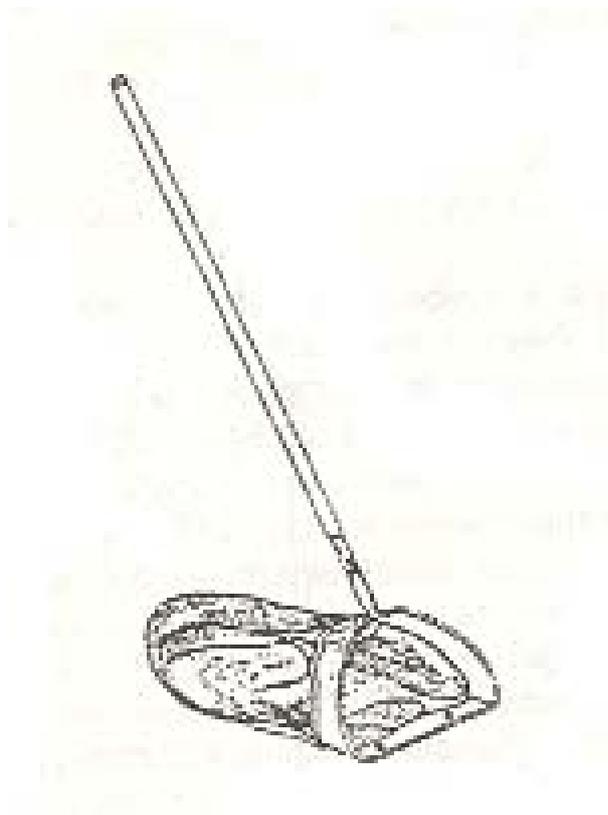
Метод принудительного дрейфа – часто используется как условно количественный метод, может осуществляться с помощью *донного сачка* (D-net) (на небольших ручьях и речках), а также с помощью *ручного экрана* (Kick-net) (на малых, средних и крупных водотоках).

Отбор донным сачком (Рис. 1). Двое сборщиков становятся в русло водотока в месте с наиболее сильным течением, один устанавливает донный сачок на поверхность грунта, другой выше по течению тщательно перемешивает грунт на протяжении 3 метров в течение 3 мин. Смытый в сачок детрит вместе с животными перекладывается в кювету для определения и учета организмов. Пробы следует отбирать в 2 повторностях на каждой станции.

Отбор с помощью ручного экрана (Рис. 2). Двое сборщиков становятся в русло водотока на участке с сильным течением, один прижимает ручной экран ко дну и наклоняет экран на себя; другой перемешивает грунт на расстоянии в 3 м в течение 3 мин. Затем осторожно берет экран за нижние концы палок и вместе с другим сборщиком осторожно вынимают экран из воды. детрит вместе с животными смывается в ведро. Затем производится определение и учет организмов. Для ускорения подсчетов можно разделить пробу на 2 (или 4 части) и производить подсчет организмов только 1/2 (или 1/4) части пробы/



А

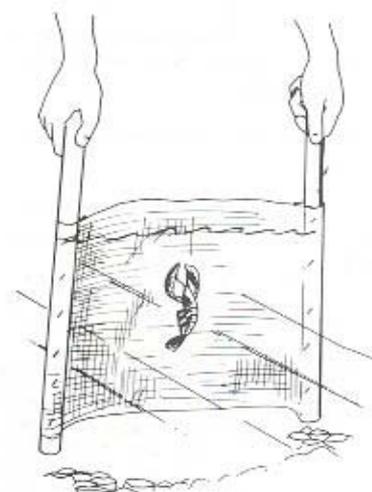


Б

Отбор пробы методом принудительного дрефта (А), орудие лова: донный сачок (Б).



А



Б

Отбор пробы методом принудительного дрефта (А), орудие лова - ручной экран (Б).

4. Водные беспозвоночные - индикаторы качества воды

Беспозвоночные в речках представлены большим количеством разнообразных групп организмов, но самые удобные при тестировании вод - это, так называемые организмы *макробентоса*. Простой пиктографический ключ к определению основных групп беспозвоночных (Приложение 3) поможет вам разобраться, кто есть кто, при первом знакомстве с пресноводными обитателями.

Для биоиндикации вод важны личинки *амфибиотических* насекомых. Амфибиотические насекомые - это такие, личинки которых живут в воде, а взрослые насекомые (имаго) - имеют крылья и живут на суше, летая вблизи водоемов. Среди насекомых самые важные - поденки (Ephemeroptera), веснянки (Plecoptera) и ручейники (Trichoptera), потому что они самые чувствительные к загрязнениям организмы бентоса, они - показатели чистой воды. Эти три отряда кратко называют "комплекс ЕРТ". Очень важно научиться определять именно эти отряды, потому что, если они присутствуют в речке и разнообразны - значит речка - здорова!

Представители комплекса ЕРТ

Личинки

Поденки (Ephemeroptera)



Веснянки (Plecoptera)



Ручейники (Trichoptera)



Взрослые насекомые - имаго



Поденки



Веснянки



Ручейники



Так выглядит проба, отобранная в чистой речке - очень много веснянок, поденок и ручейников (комплекс ЕРТ)

5. Простые методы оценки качества водотоков

Существует много методов определения загрязненности водотоков по водным беспозвоночным, лучше всего использовать сразу несколько, которые бы основывались на *качественных* показателях - оценивающих таксономическое богатство, разнообразие организмов, и *количественных* - оценивающих численность организмов в пробе, плотность (экз/кв.м) или биомассу (г/кв.м). Лучше всего использовать несколько методов. В комплексе с химическими и микробиологическими методами ваши данные будут более репрезентативными для вывода окончательного заключения.

Метод определения качества воды по комплексу ЕРТ

Качество воды оценивают по 4 категориям: I – очень чистая вода (превосходное качество), II – относительно чистая вода (удовлетворительное качество), III – загрязненная вода, непригодная для питья (неудовлетворительное качество), IV – грязная вода (очень плохое качество). Изучив состав водных беспозвоночных и относительное разнообразие и обилие комплекса ЕРТ можно определить качество воды на исследуемом участке.

Качество воды I категории - "очень чистая вода":

В речке присутствуют все три отряда ЕРТ (поденки, веснянки и ручейники), представители их очень разнообразны (в сумме вы можете выявить более 20 морфотипов ЕРТ); численность организмов ЕРТ очень высока; кроме того в бентосе присутствуют и разнообразны другие группы беспозвоночных, такие как ракообразные гаммариды (многочисленны), высшие раки, двусторчатые моллюски и другие группы.

Качество воды II категории - "относительно чистая вода":

Присутствуют все три отряда ЕРТ, но их разнообразие относительно невысоко, особенно мало веснянок (не более 1-2 морфотипов) и поденок (4-5 морфотипов), общее число морфотипов ЕРТ может достигать 10-14; численность ЕРТ невысокая, как и численность ракообразных - гаммарид, однако численность олигохет, хирономид, брюхоногих моллюсков относительно увеличивается.

Качество воды III категории - "загрязненная вода"

Веснянки (Plecoptera) отсутствуют, Ephemeroptera редки (не более 1-2 морфотипов), Trichoptera представлены 1-2 морфотипами, численность их невысока; ракообразные гаммариды редки или отсутствуют; отмечается увеличение численности пиявок, стрекоз, водных клопов; общая численность олигохет и хирономид (олигохетно-хирономидный комплекс) может быть более 50% от общей численности беспозвоночных.

Качество воды IV категории - "очень грязная вода"

Полное отсутствие комплекса ЕРТ, присутствие других отрядов насекомых, толерантных к умеренным загрязнениям – стрекоз, клопов при небольшой их численности; наблюдается резкое повышение относительной численности олигохетно-хирономидного комплекса (более 50%; в острых случаях доходит до 90% и более); развиваются толерантных к загрязнениям пдвукрылые (хирономид рода *Chironomus*, личинки кровососущих комаров, мухи-сирфиды и другие двукрылые).

Индекс Майера

При использовании индекса нужно отметить, какие из приведенных в таблице групп обнаружены в пробах. Количество найденных групп из первого раздела необходимо умножить на 3, количество групп из второго раздела - на 2, а из третьего - на 1.

| Обитатели чистых вод, X | Организмы средней чувствительности, Y | Обитатели загрязненных водоемов, Z |
|-------------------------|---------------------------------------|--|
| Личинки веснянок | Бокоплавы (гаммарусы) | Личинки комаров-звонцов (Chironomidae) |
| Личинки поденок | Речные раки | Пиявки |
| Личинки ручейников | Личинки стрекоз | Водяные ослики |
| Личинки вислокрылок | Личинки комаров | Моллюски - прудовики |
| Двустворчатые моллюски | долгоножек (типулиды) | Личинки мошек |
| | Моллюски-катушки, | Олигохеты |
| | моллюски-живородки | |

Получившиеся цифры складывают:

$$X*3 + Y*2 + Z*1 = S.$$

По значению суммы S (в баллах) оценивают степень загрязненности водоемов:

- более 22 баллов - водоем чистый и имеет 1 класс качества;
- 17-21 баллов - 2 класс качества;
- 11-16 баллов - умеренно загрязненные водоемы, 3 класс качества;
- мене 11 - водоем грязный, 4 класс качества.

Точность определения приведенных методов недостаточна, но если проводить исследования качества воды регулярно, то есть осуществлять мониторинг в течение длительного времени, то даже с использованием этих простых методов можно определить в какую сторону изменяется экологическое состояние водоема.

Приложение А. Экологический паспорт реки

I. Общие сведения о реке

1. Название _____
2. Речная система (к какому водосбору принадлежит водный объект) _____
3. Главная река или приток (какого порядка) _____
4. Откуда начинается река (исток) _____
5. Куда впадает (устье) _____
6. Длина реки _____
7. Протекает по территориям (районы, близлежащие населенные пункты) _____
8. Какие притоки принимает: правые _____ левые _____
9. Есть ли плотины, запруды, где находятся _____
10. Для искусственных водотоков (каналы, канавы):
Характер водотока (копанный, бетонные берега и др.) _____
Когда он был создан? _____ Зачем он был создан? _____

II. Характеристика реки и ее долины в месте исследования

1. Описание местоположения исследуемого участка реки (в верхнем течении/ближе к истоку, среднем, нижнем/ближе к устью) _____
2. Местоположение станции отбора пробы наблюдений _____
3. Особенности речной долины: ширина и форма _____
Наличие террас, их количество, какими породами сложены _____
Растительность по берегам реки и на склонах речной долины _____
Пойма реки: ширина _____ растительность _____
слагающие породы _____
4. Родники в долине реки (количество, расположение) _____
5. Русло реки: ширина _____ глубина: максимальная _____ средняя _____
Наличие островов, бродов, проток, перекатов и их расположение _____
Особенности грунта дна _____
Скорость течения _____ Расход воды _____
6. Оценка качества воды (можно использовать для удобства таблицы из главы 4):
мутность _____ цвет _____
осадок _____ прозрачность _____
запах _____ температура _____

III. Жизнь в реке и у реки

1. Прибрежная растительность (указать преобладающие и редкие виды) _____
2. Водная и донная растительность (преобладающие и редкие виды) _____
степень зарастания русла (% площади) _____
3. Рыба: обычные виды _____
редкие виды _____
4. Раки (наличие и количество) _____
5. Донные организмы _____
6. Звери, птицы, их следы _____
7. Беспозвоночные животные на берегах реки _____

IV. Использование реки и ее долины и его экологические последствия

1. Какие населенные пункты находятся в долине реки и по берегам, на каком расстоянии от реки? _____
2. Промышленные и сельскохозяйственные предприятия, их расположение по отношению к реке _____
3. Какие сельскохозяйственные угодья (засеянные поля, луга для выпаса скота)? _____

- Какую площадь они занимают? _____
4. Как используются река и долина для отдыха (дома отдыха, детские лагеря, пляжи и т.п.) _____
5. Используется ли река для судоходства или сплава леса? _____
6. Используется ли река для рыболовства? Какими способами ловят рыбу? _____
7. Используется ли река для водоснабжения и других хозяйственно-бытовых нужд? _____

V. Источники загрязнения реки и другие водоохранные мероприятия

1. Природные источники и причины изменения качества воды _____
2. Антропогенные источники загрязнения реки _____
3. Где находятся места сброса неочищенных вод? _____
4. Где находятся места сброса очищенных сточных вод? Какие мероприятия проводятся по их очистке? _____
5. Какова ширина природоохранной зоны реки _____
6. Ваши предложения по охране и рациональному использованию реки и ее долины _____

Каково ее состояние _____

7. Что сделано вами по очистке реки и ее берегов _____
- Кто составил паспорт (фамилия, имя, отчество, возраст, род занятий) _____

Дата заполнения _____

Приложение Б. Пиктографический ключ к определению основных групп водных беспозвоночных

