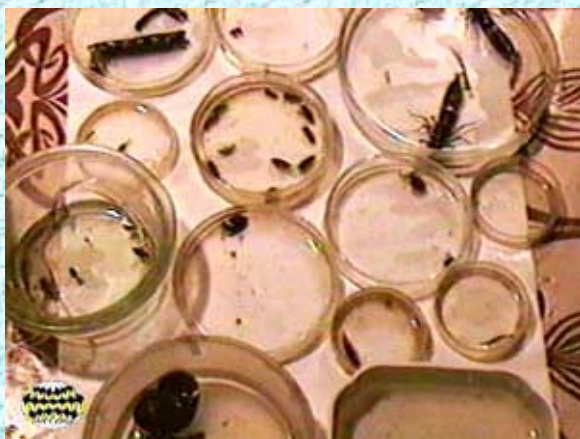


Изучение водных беспозвоночных реки и оценка ее экологического состояния

© А.С.Боголюбов, Д.Н.Засько

© «Экосистема», 1999



В данном пособии речь идет об изучении беспозвоночных, обитающих на дне водоемов – макрозообентоса. Приводится общий план организации исследования, включая выбор точек для обследования, технику отбора проб, сопутствующие описания водоемов, сортировку и определение проб. Отдельной частью лабораторной работы является определение «биотического индекса» водоема, т.е. определение его экологического состояния по видовому составу пойманных беспозвоночных.

Введение

Сутью данного учебного задания является изучение **макрозообентоса** любой небольшой реки, имеющейся в окрестностях школы и оценка ее **экологического состояния** (чистоты) на основании видового состава и представленности различных видов пойманных организмов.

Зообентос (от bentos — глубина) — это совокупность беспозвоночных животных, которые населяют дно водоемов (или бенталь), водную растительность (или фиталь), а также другие субстраты, в том числе различные гидротехнические сооружения.

Наиболее крупных представителей бентоса, с размером тела более 2 мм, называют **макробентосом**. Население макробентоса составляют черви (планарии, олигохеты, пиявки, нематоды), моллюски (брюхоногие, двустворчатые), ракообразные (амфиподы, изоподы, декаподы и др.), паукообразные, насекомые (хирономиды, гелеиды, поденки, веснянки, ручейники, стрекозы и др.) и т.п.

Многие из этих организмов обитают также и в толще воды (в **пелагиали**) - это насекомые, ракообразные (мизиды, палласея и др.), пауки и пр. Жизнедеятельность других донных животных может быть также связана и с поверхностью воды, т.е. с поверхностной пленкой (**нейсталью**).

В функциональном отношении **макрозообентос** является важной частью гетеротрофного компонента водных систем. Он участвует в процессах трансформации вещества с использованием энергии, поступающей извне.

Изменения в видовой структуре биоценозов, коррелирующие с уровнем загрязнения вод, с давних пор привлекали внимание гидробиологов. Высокая стенобионтность (требовательность к условиям существования) ряда видов, формирование сложных многокомпонентных систем, приуроченность к определенным субстратам, относительная малоподвижность (по сравнению с быстро распространяющимися загрязняющими веществами) позволяют использовать зообентос для регистрации антропогенного воздействия на водные экосистемы.

Различные методы оценки качества вод, многочисленные публикации, а также опыт многолетних наблюдений в гидробиологической сети государственной системы

мониторинга окружающей среды подтверждают несомненную **информативную значимость** бентоса для характеристики качества воды.

Относительно крупные размеры представителей макрозообентоса также облегчают задачу его обнаружения и распознавания начинающими экологами.

Методика изучения макрозообентоса

Общие положения

Изучение макрозообентоса и выполнение данного учебного задания целесообразно проводить на **небольшой** реке со **спокойным** течением.



Идеальным объектом изучения является неширокая (5-20 метров шириной) и неглубокая (до 1,5 метра глубины) равнинная река или относительно ровный участок горной реки со спокойным течением и хорошо развитой высшей водной растительностью. Горная река с быстрым течением, крупнокаменным дном и отсутствием высшей водной растительности, а также стоячие водоемы, для выполнения данной работы менее пригодны.

Для облегчения сбора материала имеет смысл выбирать участок реки с **небольшой**

глубиной, для того чтобы можно было отбирать пробы в разных точках реки, заходя в воду ногами (а не с лодки или моста).

Сроки сбора материала ограничены сезонными жизненными циклами бентосных животных и должны выходить за рамки периода июль-ноябрь.

Отбор проб

Выбор точек (мест) отбора проб в реке является начальным моментом всех гидробиологических исследований.

Для целей данного учебного задания выбирают **наиболее типичные (средние по всем показателям)** участки реки с благоприятными кислородными условиями: в прибрежной зоне и на отмелях, заросших высшей водной растительностью. Нежелательно отбирать пробы в зоне выхода подземных вод, в застойных микроучастках реки и на других неблагоприятных участках. В противном случае, полученные результаты будут характеризовать не реку в целом, а данный конкретный ее участок.

Пробы бентоса, отобранные с глубинной части реки также нежелательны, т.к. характеризуют не столько качество воды, сколько загрязненность донных отложений, которые по химическому составу могут существенно отличаться от воды в реке в целом.

В горных и предгорных реках наилучшим субстратом для отбора проб являются **каменисто-галечниковые** грунты. При их отсутствии (а также на равнинных реках) пробы необходимо отбирать с погруженных в воду макрофитов (высшей водной растительности). При отсутствии перечисленных субстратов или поднятии уровня воды пробы следует отбирать с затопленной сухопутной и полупогруженной растительности. Если такая растительность отсутствует, пробы отбирают с мягких грунтов — песка, глины и ила.

Кроме того, существует еще одно важное правило по организации системы отбора проб. Заключается оно в том, что у многих начинающих исследователей часто срывает распространенный психологический механизм - стремление выбрать место похуже (погрязнее) и провести исследования именно там. Чаще всего, полученные таким обра-

зом данные являются нерепрезентативными - не соответствующими истинному положению дел с экологическим состоянием водоема..

В целом можно еще раз подчеркнуть, что *пробы для целей данного учебного задания следует отбирать в средних во всех отношениях участках реки и, конечно, в различных его частях.*

Техника отбора проб

Наиболее удобным и универсальным орудием лова макрозообентоса является **скребок**, представляющий собой надетую на палку металлическую рамку с режущей кромкой, к которой пришит мешок из капрона или газа (рис. 1):

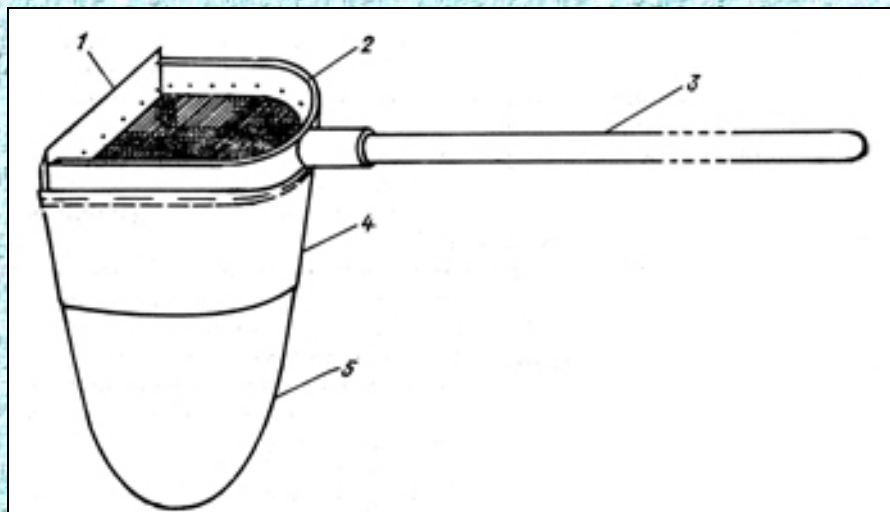


Рис. 1. Скребок: 1 – режущая кромка, 2 – рамка, 3 – палка, 4 – березовая (х/б) часть промывочного сита, 5 – часть сита из капронового газа.

Применение скребка позволяет отбирать как качественные, так и количественные пробы со всех видов субстратов, включая такие специфические субстраты, как погруженные обросшие борта паромов, стенки гидротехнических сооружений, сваи мостов и т.п. Техника отбора проб с помощью скребка имеет ряд особенностей.



Работу необходимо выполнять стоя в воде. При отборе проб на реке скребок устанавливается **ниже по течению** относительно субстрата, с которого ведется отбор, чтобы организмы вместе с взмученными частицами грунта или фрагментами субстрата попадали внутрь сита скребка с течением. В реке с сильным течением следует ворошить грунт ногой, продвигаясь в нем боком и располагая скребок ниже по течению.

На **каменистых субстратах** необходимо сначала гладящим движением руки смыть организмы внутрь скребка с поверхности камня, затем перевернуть его и огладить нижнюю поверхность. При попадании в скребок крупных пучков водорослей или макрофитов, потрясти их в воде, не вынимая из сита, и удалить. Крупную гальку, попавшую в сито, удалить, предварительно осмотрев и сняв с нее организмы с помощью пинцета.

При отборе проб с отдельных экземпляров или разреженных зарослей крупных **растений и нитчатых водорослей** необходимо потрясти их в сите скребка, полупогру-

жив его в воду, а затем еще раз посмотреть растения для сбора прикрепленных организмов. При отборе проб с густых зарослей макрофитов, следует погрузить скребок в их гущу и резкими, энергичными движениями «прокосить» заросли.



После каждого отбора скребок следует вынимать из воды и содержимое осторожно выкладывать в кювету или тазик, наполненный чистой водой из реки, выворачивая сито скребка наизнанку. Всех животных, видимых невооруженным глазом следует собирать (пальцами, пинцетом, ложкой, резиновой грушей - в зависимости от размера) и пересаживать в широкогорлую банку для сбора и транспортировки проб на базу. Благодаря активным движениям даже мелкие объекты хорошо видны в белой кювете.

При отборе проб с **песчаных, мягких глинистых грунтов и илов** скребок погружается в грунт на глубину в несколько сантиметров и скребущим движением режущей кромки срезается его поверхностный слой. Движение скребка при этом должно быть направлено против течения. Для сбора организмов с таких субстратов применяют метод отмучивания. Для этого набранный в скребок грунт вначале промывают прямо в скребке, несколько раз опуская и погружая его в воду, а затем переносят в ведро или таз с водой. После этого вращательным движением с помощью руки несколько раз взмучивают грунт. Легкие фракции с организмами после каждого взмучивания сливают в предварительно ополоснутый скребок, а уже оттуда — в кювету или таз с чистой водой. Учитывая слабую заселенность песчаных грунтов, операцию следует повторить несколько раз. Во избежание травмирования и перетирания организмов грубыми частицами песка отмучивание следует проводить осторожно, плавными движениями.

Для целей данного учебного задания всех животных, пойманных на разных участках реки, можно объединить в одну банку.

Сопутствующее описание реки и проб

Отбору проб бентоса предшествует обследование прибрежной зоны, для чего нужно осмотреть грунты примерно на 50 м как вверх, так и вниз по течению реки. Непосредственно в месте отбора пробы производятся **описания**, стандартные для любых гидробиологических исследований.

В описание входят: 1) номер пробы, 2) дата и время сбора пробы, 3) название реки, 4) местонахождение отбора пробы.

Приводятся также сведения о: 1) температуре воды и воздуха в момент отбора пробы, 2) погодных условиях в день отбора пробы и в предшествующие дни (ретроспективная информация о погоде помогает объяснить возникновение возможных аномальных фактов).

В журнале желательно также дать визуальное описание гидрологических параметров реки: 1) скорости течения, 2) цвета, 3) запаха, 4), прозрачности воды, 5) степени наполнения русла.

Информация, касающаяся собственно **бентоса**, должна содержать сведения о: 1) субстрате, с которого отобраны пробы, 2) расстоянии от берега, 3) глубине места отбора пробы, 4) количестве «скребков» (за один скребок принимается некоторая условная единица облавливаемой площади, выраженная в расстоянии, которое скребок прошел в грунте. Удобно, к примеру, за один скребок принять прохождение режущей кромки 50 см в мягком грунте. При этом следует указать и ширину режущей кромки скребка).

Описание реки завершается "примечаниями", куда записываются наблюдения за жизнедеятельностью биоценоза (такие, как вылет насекомых, обилие пустых раковин моллюсков, несформированность биоценоза и проч.).

Обработка и определение проб

Разбор и определение животных необходимо выполнить в этот же день, пока животные не погибли.

По возвращении домой отобранные пробы из банок выливаются в белые кюветы, желательно наполненные водой из этой же реки (для этого неплохо захватить с реки 1-2 литра чистой воды в бутылке).

Далее производится **сортировка** всех пойманных животных по чашкам Петри. Животные одного вида (по крайней мере по внешним признакам) размещают в одной чашке.



После этого производится **определение** пойманных животных по определительным таблицам, при необходимости с использованием бинокулярного микроскопа. Желательно, чтобы каждый из членов учебной группы потренировался в определении животных и зарисовал хотя бы по одному объекту.

По окончании процесса определения составляется общий список пойманных животных. При этом определения до вида не требуется, важно отметить наличие или отсутствие основных **индикаторных** групп

организмов, которые будут позже использованы при определении экологического состояния реки.

Оценка экологического состояния реки по биотическому индексу

В системе мониторинга окружающей среды для оценки качества вод по показателям зообентоса наибольшее распространение получил метод расчета биотического индекса, разработанный Ф. Вудивиссом в 1964 г.

В основу метода положена закономерность **упрощения таксономической структуры биоценоза по мере повышения уровня загрязнения воды** (за счет выпадения индикаторных таксонов при достижении предела их толерантности) **одновременно со снижением общего разнообразия организмов**, объединенных в так называемые группы Вудивисса (табл.1).

Наличие в пробе хотя бы одного из представителей данных групп дает **один балл** при расчете общего числа групп Вудивисса.

каждый вид плоских червей	личинки двукрылых (кроме хирономид и мошек)
класс олигохет (исключая род Nais)	хирономиды (кроме Chironomus thummi)
род Nais	жуки
каждый вид пиявок	вислокрылки
моллюски	каждое семейство ручейников
ракообразные	мошки
веснянки	клопы
поденки	личинка Chironomus thummi

Среди данных 16 групп животных Вудивиссом выделены **шесть показательных (индикаторных) таксонов**, наличие которых в изучаемом водоеме, в сочетании с наличием других животных (видовым разнообразием сообщества бентоса) свидетельствует о той или иной степени чистоты водоема (табл. 2). Эти группы выявлены на основе большого фактического материала, собранного автором.

В соответствии с данной методикой, в определении собранных животных до видов нет необходимости - определение можно вести только до того уровня, который указан в таблице для данного таксона. Для некоторых таксонов (веснянки, поденки, ручейники), учитывается лишь сам факт наличия или отсутствия разных видов в таксоне. Отношение к разным видам определяется визуально по внешним признакам животных.

Нахождение хотя бы одного организма того или иного таксона принимается за его наличие в водоеме.

Рабочая шкала для определения биотического индекса по наличию групп Вудивисса представлена в табл. 2.

Показательные (индикаторные) таксоны	Видовое разнообразие	Число групп Вудивисса в пробе				
		0-1	2-5	6-10	11-15	16 и >
Личинки веснянок	Больше одного вида	—	7	8	9	10
	Только один вид	—	6	7	8	9
Личинки поденок*	Больше одного вида	—	6	7	8	9
	Только один вид	—	5	6	7	8
Личинки ручейников**	Больше одного вида	—	5	6	7	8
	Только один вид	—	4	5	6	7
Гаммарусы	Все приведенные выше организмы отсутствуют	3	4	5	6	7
Водяной ослик	То же	2	3	4	5	6
Тубифициды и личинки хирономусов	То же	1	2	3	4	—
Все вышеназванные группы отсутствуют	Могут присутствовать некоторые нетребовательные к кислороду виды	0	1	2	—	—

* - Исключая *Baetis rhodani*

** - Включая *Baetis rhodani*

При работе со шкалой следует:

1. Двигаясь сверху вниз по левой графе таблицы, определить, имеются ли в вашей пробе индикаторные животные, отмеченные в этой графе. Первое же встреченное животное, имеющееся в вашей пробе, будет показательным - по нему будет определен класс чистоты воды. Ниже этого уровня по левой графе таблицы можно не идти.

Если в вашей пробе оказались веснянки, поденки или ручейники - определить, обнаружен ли вами один вид данного таксона или несколько (по внешним признакам).

Если ни веснянок, ни поденок, ни ручейников в вашей пробе нет следует «спускаться вниз» по левой графе таблицы, пока не встретятся те индикаторные организмы, которые имеются в вашей пробе.

2. Определить число групп Вудивисса в пробе (по табл. 1);

3. Найти показатель биотического индекса в точке пересечения найденной строки видового разнообразия со столбцом числа групп Вудивисса, соответствующего вашей пробе.

Это и будет показатель **относительной чистоты воды** в реке - биотический индекс. Чем он выше - тем чище вода.

Биотический индекс является **относительным показателем** и изменяется от 0 (очень грязная вода) до 10 (очень чистая вода).

Пример:

Предположим, что в составе взятых в реке проб обнаружены: два вида плоских червей (они дают сразу 2 группы Вудивисса по таблице 1), несколько видов олигохет (все олигохеты - 1 группа), три вида пиявок (3 группы), моллюски (1 группа), ракообразные (1), несколько видов поденок (1), клопы (1), личинки двукрылых (1), одно семейство ручейников (1) и мошки (1).

Подсчитываем число групп Вудивисса (с использованием таблицы 1). В данном случае оно равняется 13.

Находим "высший" таксон по таблице 2. Это - поденки (веснянок в пробах нет). Поденок у нас несколько видов - следовательно смотрим верхнюю строку. На пересечении этой строки и столбца 11-15 (наше число групп - 13) находим биотический индекс нашего водоема - 8.

Оформление результатов

По итогам проведенного исследования следует составить **таблицу** под названием: «Организмы макрозообентоса реки ... и результаты оценки чистоты воды по индикаторным таксонам».



Ее основу должен составить список обнаруженных животных (до таксонов на уровне групп Вудивисса) с рисунками для каждого обнаруженного таксона (разные виды, при этом, можно показать или не показывать). В верхней части таблицы должны быть расположены показательные (индикаторные) таксоны (из табл. 2), начиная с верхнего, за ними следом - другие животные из состава групп Вудивисса (из табл. 1) и в нижней части таблицы - остальные обнаруженные животные, не относящиеся к группам, выделенным Вудивиссом (если

обнаружены).

Правее, напротив названий и рисунков индикаторных животных следует проставить соответствующие данному таксону биотические индексы (из табл. 2). Самый верхний из них (и максимальный по значению) будет характеризовать степень относительной чистоты воды в изученной реке.

В приложении к основной таблице следует привести **сопроводительную информацию** по описанию реки и данные о взятых пробах (желательно привести карту участка реки с нанесенными местами отбора проб).