

МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В разделе публикуются методики и рекомендации, имеющие как общеметодологический, так и узкопредметный характер. Материалы этого раздела призваны помочь в практической организации учебного исследования самому широкому кругу воспитателей: профессиональным педагогам школ и учреждений дополнительного образования и родителям

Внутренние водоёмы и, в первую очередь, небольшие реки и озёра наиболее подходят для полевых экологических практикумов. Но для того, чтобы проводить какие-либо экологические исследования водных экосистем, необходимо иметь некоторые представления о водоёме как о физическом теле, а также о водных животных и растениях. Поэтому основной целью занятий по водной экологии в рамках программы «Экологический ликбез» является ознакомление детей с морфологическим строением водоёмов и представителями водного мира. В данном разделе приводятся некоторые общие особенности организации и проведения учебных занятий по водной экологии, характерные для всех сезонов года. Ниже будет рассмотрено содержание занятий по сезонам года.

Естественно-научное направление

Практикум по водной экологии: общие особенности организации занятий

Боголюбов Александр Сергеевич,
кандидат биологических наук, директор полевого
экологического центра «Экосистема»

От редакции. В этом номере нашего журнала мы продолжаем публикацию серии методических материалов, излагающих многолетний опыт (с 1994 года) экологического центра «Экосистема» из Подмосковья (www.ecosystema.ru) по организации полевых экологических практикумов для школьников 5–10 классов.

В предыдущих номерах были опубликованы главы из книги директора центра, кандидата биологических наук Александра Сергеевича Боголюбова «Учебная и исследовательская деятельность школьников в природе, или Как организовать полевой экологический практикум». В них автор обсуждал особенности «натуралистического» подхода в экологическом образовании детей, цели и задачи программы организации полевых практикумов для школьников, общую структуру и тематическое планирование полевого практикума в рамках начальной программы обучения «Экологический ликбез». В последнем номере журнала были описаны методы организации и содержание занятий по зоологии.

В этом номере мы публикуем следующие несколько глав книги о проведении практических занятий по водной экологии.

Очень надеемся, что данная серия публикаций привлечёт внимание педагогической общественности к этой нестандартной, но чрезвычайно интересной и действенной форме внеклассной работы.

37

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ / 1'2013



Объекты изучения

К основным объектам наблюдений на занятиях по водной экологии относятся сами **водоёмы**, как физические объекты, **водные беспозвоночные** (круглогодично) и высшие **водные растения** (в тёплое время года). Другие обитатели водоёмов, такие как водоросли, рыбы и другие позвоночные, в рамках программы «Экологический ликбез» не изучаются.



В любой сезон года в пресноводных водоёмах можно обнаружить представителей различных групп водных беспозвоночных животных — простейших, червей, моллюсков, ракообразных, насекомых, а также личинок летающих насекомых. В зависимости от сезона года количество и соотношение различных групп животных существенно различаются.

В умеренных водах, имеющих сильные годовые колебания температуры, **растения** начинают своё развитие только после освобождения водоёмов ото льда. Одноклеточные **водоросли** (сине-зелёные, диатомовые, зелёные, жёлто-зелёные и золотистые) интенсивно развиваются только в тёплое время года, вызывая «цветение воды». В пресных водоёмах сильное «цветение» летом чаще всего вызывают сине-зелёные водоросли, весной и осенью — диатомовые.

Сезонные явления в жизни высшей водной растительности также непосредственно связаны с временами года. Сезонное развитие водной флоры, прежде всего, зависит от скорости прогревания толщи воды. Водная растительность начинает проходить весеннюю стадию развития только в начале июля. Осенью многие водные растения образуют почки, которые помогают приспосабливаться им к переживанию неблагоприятных условий. Эти почки отделяются от материнского растения и опускаются на дно, а само материнское растение при этом постепенно отмирает и перегнивает в течение зимы.

Полевые занятия

Полевые занятия по водной экологии обусловлены необходимостью проведения гидрологических и гидрофизических **измерений** на водоёмах, **отбора проб** воды, животных и растений. Соответственно маршруты и протяжённость экскурсий по водной экологии определяются набором и удалённостью имеющихся в окрестностях учебной базы водоёмов.

При проведении как учебных, так и исследовательских занятий по водной экологии желательно охватить исследованиями **различные типы водоёмов** окрестностей школы или биостанции: реку, разные типы ручьев (например, олиготрофный и эвтрофный), пруд, озеро или водохранилище, верховое и низовое болота.

На двух-трёх ближайших к базе водоёмах желательно заранее наметить **места** проведения измерений и отбора проб. Подходы к этим местам должны быть удобны и безопасны, располагаться в различных **контрастных** частях водоёма, с тем, чтобы можно было ознакомиться с организмами из различных биотопов.

Во время экскурсий на водоём преподаватель **рассказывает** учащимся о характере водоёма (происхождение, размеры, глубина, состояние на сегодняшний день), о том, какие пробы бывают и чем они отличаются друг от друга, показывает, как и чем берутся пробы бентоса и планктона.



Основной частью полевых занятий во все сезоны года является отбор проб **водных беспозвоночных**. Техника и места сбора проб в разные сезоны немного отличаются, но в целом технология работы всегда одинакова¹.

Основным орудием сбора беспозвоночных в водоёме является **скребок**.

При проведении «серьёзных» гидробиологических исследований для качественного учёта донных животных в центральной глубоководной части используют драгу, но при проведении учебного практикума вполне достаточно изучения водных беспозвоночных с помощью простого скребка.

Скребок представляет собой мешок из мелкой сетки или капрона, нашитый на металлическую рамку с плоской передней кромкой.

Наиболее удобен скребок для отлова животных **со дна** водоёма, т.е. для сбора **макрозообентоса** — относительно крупных, видимых невооружённым глазом водных беспозвоночных, живущих на дне и в придонном слое воды. С этой целью скребком водят по дну, зачерпывая металлическим краем верхний слой песка, ила или гальки. В текущем водоёме скребком ведут против течения. С помощью скребка можно собирать животных не только со дна водоёма, но и с зарослей прибрежной водной растительности — плавными «косящими» движениями по плавающим частям растений. Работают скребком стоя в воде, с берега или с мостков (зимой — со льда на краю проруби).

Скребок также можно собирать и сами **водные растения**. Вынутые из воды растения, если их планируется взять с собой в лабораторию, сразу же необходимо поместить в банку с водой, поскольку большинство погружённых растений без воды быстро теряют свой внешний вид, и дальнейшая работа с ними в лаборатории будет невозможна.

Если погода позволяет, прямо на берегу осуществляют первичный **разбор проб**.

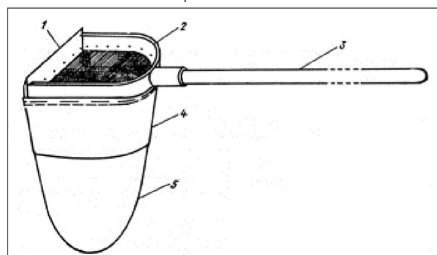
Желательно, чтобы в этой процедуре имели возможность участвовать все члены учебной группы. Если погода плохая, пробы, не разбирая, складывают в банки (вместе с грязью и растениями) и уносят домой для разбора в лаборатории.

Первичный разбор проб на берегу осуществляют следующим образом.

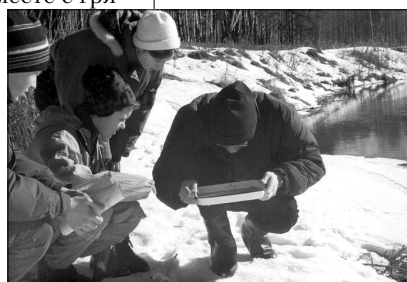
Взятую скребком со дна или в растительности пробу, вместе с грязью и растениями хорошо **промывают** прямо в скребке или сачке в водоёме, а затем выходят на удобное место на берегу и по частям начинают выкладывать в белый поддон (кювету), наполненный чистой водой из водоёма. В качестве кювета идеально подходят белые эмалированные формочки (округлые или прямоугольные), используемые для кулинарных целей.

Всех видимых невооружённым глазом животных **выбирают** из кюветы и складывают в банки с водой (обязательно из этого же водоёма!). Самое удобное «орудие» для отлова животных из кюветы — пластмассовая ложечка (одноразовая чайная). Для совсем мелких животных удобно использовать резиновую грушу (детскую клизму) с вставленным в неё длинным пластмассовым наконечником (например, прозрачной шариковой ручкой без стержня).

**МЕТОДИЧЕСКИЕ
РАЗРАБОТКИ
И РЕКОМЕНДАЦИИ**



¹ Техника гидробиологических исследований, в том числе работы с оборудованием, подробно описана в методических пособиях «Сравнительное изучение макрозообентоса окрестных водоёмов» (см. <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/46.htm>) и «Изучение водных беспозвоночных реки и оценка ее экологического состояния» (<http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/47.htm>). По этой теме снят также учебный фильм (<http://www.ecosystema.ru/04materials/video/sum-07.htm>).





В процессе такого первичного разбора преподаватель **рассказывает** обо всех встреченных объектах водного мира, которые можно заметить невооружённым глазом (высших растениях, беспозвоночных и рыбах) в их связи с данным сезоном года и о том, как эти организмы живут в воде — чем питаются, как переносят зиму, как размножаются, чем отличаются от других похожих организмов, какова их роль в водных экосистемах.



Очень важно помнить, что многие из водных животных — хищники, и их, по возможности, следует складывать **в отдельные** банки. Кроме этого, следует заметить, что животных брать с собой необходимо в строго ограниченном количестве.

На каждой банке необходимо **написать** перманентным маркером номер пробы (можно ещё и название водоёма), а в полевом дневнике для каждого номера отметить следующие сведения: 1) место отбора пробы, 2) время лова (месяц, число и час), 3) глубина лова, 4) грунт (для донных проб) и 5) орудие лова.

При сборе зообентоса необходимо обследовать различные места обитания водных животных, т.е. **микростации**. Помимо собственно донного грунта и придонного слоя воды, много водных беспозвоночных можно найти под камнями и корягами, лежащими в воде. Кроме этого, животных надо искать на лежащих в воде предметах (например, в консервных банках), в гниющей листве, на корнях водных растений. Эти объекты, достав из воды, следует прополоскать в поддоне с чистой водой, а всех замеченных животных собрать в баночку.

Помимо сбора крупных водных беспозвоночных (макрозообентоса), на многих занятиях по водной экологии производится отлов или количественный учёт **планктона**².

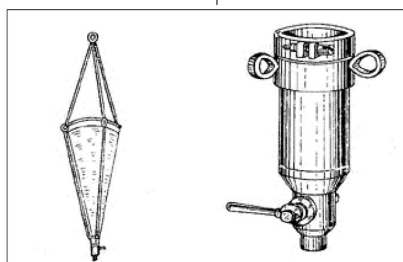
Для отлова и количественного учёта планктона используют **планктонную сеть**. Она состоит из металлического кольца, диаметром в 25–30 см и конуса, сшитого из мельничного газа (мелкоячеистого капрона). Основанием этот конус нашивается на кольцо, а к его вершине прикрепляется специальный планктонный стаканчик (с краником) или просто стеклянная банка. В них собирается пойманный планктон.

Работа с планктонной сеткой основана на принципе **фильтрации**: вода (при движении в ней сетки или проливании её через сетку, например, ведром) проходит через поры сетки, а планктонные организмы задерживаются, стекая в расположенный внизу планктонный стакан, который после проливания определённого объёма воды переливают в банку для транспортировки пробы в лабораторию.

Планктон собирают, вода сеткой по воде (с «мостков», с пристани, с берега в подходящем месте, или с лодки) или **проливая** воду ведром через горловину планктонной сетки (это более удобный способ).

Экипировка учащихся. На экскурсию по водной экологии следует одеваться теплее, чем на экскурсии по другим предметам. Во-первых, потому, что двигаться на полевом занятии по водной экологии приходится меньше (только дойти до водоёма и обратно), а во-вторых — на водоёме всегда более ветрено, чем в лесу, особенно в ненастную погоду.

² О методике изучения планктона, в частности оборудовании и технике лова планктона, подробно описано в методическом пособии «Изучение планктона в прибрежной части водоёма» (см. <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/48.htm>). По этой теме снят также учебный фильм (<http://www.ecosystema.ru/04materials/video/sum-08.htm>).





Осенью и весной (пока вода холодная) участникам экскурсии необходимо иметь сапоги, а в холодную погоду желательны и варежки. Летом же и ранней осенью в хорошую погоду, напротив, экипировка на занятиях по водной экологии может быть минимальной (купальные костюмы). Это отнюдь не противоречит строгости соблюдения прочих норм организации гидробиологических исследований, но во многом улучшает общий эмоциональный настрой учащихся.

Единственные ограничения для лета — обязательное использование лёгкой обуви для хождения по дну (вполне подходят старые кеды или кроссовки) практически во всех водоёмах и без всяких исключений, а также максимальное число детей, одновременно находящихся в воде (не более 3–4 на одного преподавателя).

Лабораторные занятия

По возвращении с полевых занятий все принесённые пробы, как можно быстрее, вместе с водой **выливают** из банок в чистые кюветы — чтобы животные не умерли. Если погода на улице была плохая, начинают лабораторную работу с того, что производят первичный разбор проб — вылавливают пойманных животных из грязи и перекладывают в чистую воду (описание этой процедуры см. выше).

Из принесённых банок или непосредственно из грязи, в любом случае, животных из одного водоёма помещают в отдельную кювету.

Следующий этап — **сортировка** животных по чашкам Петри для их последующего определения и зарисовывания школьниками. Эту процедуру производит преподаватель.

Для организации процесса **определения** и рисования не обязательно иметь много особей одного вида, достаточно хотя бы по одному представителю — их можно передавать последовательно от одного ученика к другому.

Рассматривание средних и мелких водных объектов производится под биноклем с боковой подсветкой — на увеличении от 8 до 20 крат (лучше всего пользоваться 8-кратными окулярами, а объектив устанавливать на 1 или 2, т.е. работать с увеличением в 8 или 16 раз). Оптимальной считается работа учащихся по двое с одним биноклем.

В качестве отдельных объектов для рассматривания, определения и зарисовывания являются водные растения. Их также раскладывают по чашкам Петри, а крупные — оставляют в банках с водой³.

Лабораторные работы по изучению **планктона** довольно разнообразны в зависимости от сезона года и цели исследования, поэтому процедуры обработки планктонных проб описаны в соответствующих «сезонных» главах (см. ниже).

Оборудование

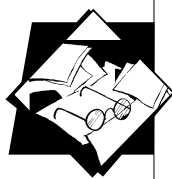
На экскурсиях по водной экологии следует иметь с собой оборудование для проведения **гидрологических измерений**: рулетку (от 5 до 50 м в зависимости от размеров измеряемых водоёмов), шест, размеченный на дециметры (для измерения глубин), ведро и прочный полиэтиленовый пакет (для измерения расхода воды на ручьях). Для измерения температуры понадобится простейший термометр, а для отбора проб воды — пластиковые бутылки с завинчивающимися

МЕТОДИЧЕСКИЕ
РАЗРАБОТКИ
И РЕКОМЕНДАЦИИ



³ При проведении полевых практикумов на постоянной полевой базе в гидробиологической лаборатории желательно завести рабочий аквариум, куда на время помещать крупные растительные объекты, а также периодически выпускать пойманных мелких животных.





крышками (из-под газированной воды). Для **гидробиологических** работ будет необходим скребок для сбора донных животных, планктонная сетка, несколько белых поддонов для разбора проб на берегу, несколько ложек и одна-две резиновые груши, а также несколько банок для собранных животных.

Все учащиеся должны иметь при себе дневники и ручки для ведения полевых записей. При изучении высшей водной растительности могут пригодиться обычные садовые грабли.

Для лабораторной работы необходимо иметь: высокий стеклянный цилиндр, бинокляры, пинцеты, препаровальные иглы, пипетки разных размеров, чашки Петри, предметные и покровные стёкла, камеру Богорова или камеру Горяева, альбомы для рисования, канцелярские принадлежности.

Проверка знаний учащихся

В конце дня занятий по водной экологии, так же как и по другим предметам, все учащиеся сдают зачёт по пройденному материалу. В простейшем случае зачётом может быть проверка правильности определения пойманных организмов, качество выполненных рисунков или проверка конспекта занятия.

Если позволяет время, зачёт, так же как и по ботанике или зоологии, можно провести в виде **тестовой олимпиады**. Каждому учащемуся предъявляется для «опознания» 5 видов объектов, изученных на занятии (животных или растений — в зависимости от сезона года). Все пять правильно определённых объектов из пяти предъявленных соответствует оценке «5», ни одного — оценке «0». Для проведения тестовой олимпиады преподаватель подбирает (как правило, в процессе проводимых экскурсий) 15–20 видов водных беспозвоночных животных и растений, о которых подробно говорилось на прошедшей экскурсии. Каждому очередному учащемуся, сдающему зачёт, преподаватель предъявляет «на опознание» объекты в различных соотношениях.

В качестве одного из вариантов проверки полученных практических навыков на третьем или четвёртом по счёту практикумах возможна организация «зачётного» гидробиологического обследования водоёма. В этом случае каждому учащемуся даётся самостоятельное задание, например: провести рекогносцировочное обследование заданного водоёма, или отобрать пробу бентоса/зоопланктона/перифитона, или провести количественный учёт зоопланктона и т.д. Такая форма зачёта, однако, более трудоёмка, занимает больше времени и возможна только на летнем выезде или в летнем лагере, когда у учащихся есть возможность провести дополнительное свободное время на водоёме (совместив это, например, с купанием) и накоплен уже значительный опыт в проведении гидробиологических исследований.

Содержание сезонных практикумов

Осенний сезон

Осенью на занятия по водной экологии отводится один день, т.е. 7 учебных часов. Из них: 1 час на вводную лекцию, 2 часа — на полевую работу (сбор материала), 3 часа на лабораторные занятия и 1 час на подготовку отчёта (см. Тематический план).

Лекция

Введение: предмет гидробиологии, история возникновения.

Главнейшие физические свойства воды и водоёмов. Свойства воды как жидкого тела: сила сцепления и плотность воды; влияние силы сцепления и плотности на водные организмы; теплоёмкость, оптические свойства воды.

Водоёмы: приход и расход воды в водоёме; движение воды, тепловые свойства водоёмов: температурные колебания; тепловая слоистость; температурный скачок; замерзание водоёма; циркуляция воды осенью; влияние тепловых свойств воды на организмы.

Биотопы водоёмов и соответствующие им экологические группы водных организмов. Литораль: общая характеристика; зона зарослей; подготовка высших растений к зиме; зона прибрежья.

Пелагиаль, нектон и планктон: водная масса, как среда обитания; население водной массы — нектон и планктон; зоо- и фитопланктон; цикломорфоз.

Бенталь и бентос: условия жизни на дне; население дна — бентос.

Поверхностная плёнка воды, нейстон и плейстон. Поверхностная плёнка воды как среда обитания; животные на границе между водой и воздухом — снизу и сверху; специальные приспособления для обитания на поверхностной плёнке воды.

Перифитон: субстрат, состав перифитона.

Подготовка водных животных к зиме.

Полевое занятие

Осенью экскурсии на водоём могут резко отличаться друг от друга. Если погода позволяет, то большая часть информации о собранных объектах рассказывается прямо на берегу водоёма. В холодную или дождливую погоду основную информацию желательно оставить до лаборатории, поскольку при таких условиях учащиеся не могут записывать интересующую их информацию, а их внимание рассеяно.

Первичное знакомство с любым водоёмом можно начать с рекогносцировочного исследования этого водоёма.

Рекогносцировочное исследование (визуальное обследование) проводится по следующему плану: дата проведения обследования; тип и название водоёма; пункт наблюдения; местоположение водоёма и пункта наблюдения; морфологические показатели водоёма; описание окружающей местности; прибрежно-водная растительность (основные виды); высшие водные растения; тип грунта; общая характеристика воды (цвет, запах); описание обрастаний (цвет, обильность); характеристика околотовной фауны.

Если в окрестностях базы имеется **несколько** водоёмов, желательно посетить их один за другим. В этом случае на первом водоёме рекогносцировочное описание преподаватель проводит вместе с учащимися, а на следующих водоёмах описания учащиеся проводят самостоятельно.

После рекогносцировочного исследования можно провести основные **гидрологические измерения** водоёма (ширина, глубина, скорость течения, объём стока)⁴.

На следующем этапе производится **отбор проб воды** для проведения простейших анализов физических показателей воды в лаборатории⁵.

МЕТОДИЧЕСКИЕ
РАЗРАБОТКИ
И РЕКОМЕНДАЦИИ

⁴ Техника проведения гидрологических измерений приведена в методических пособиях «Методы гидрологических исследований: проведение измерений и описание рек» (см. <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/42.htm>) и «Методы гидрологических исследований: проведение измерений и описание озёр» (см. <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/43.htm>). По этой теме снят также учебный фильм (<http://www.ecosystema.ru/04materials/video/sum-06.htm>).

⁵ Методика изучения физико-химических свойств воды, в том числе – техника отбора проб воды для анализов приведена в методическом пособии «Изучение физико-химических свойств природных вод» (см. <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/45.htm>). По этой теме снят также учебный фильм (<http://www.ecosystema.ru/04materials/video/win-09.htm>).

43

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ / 1'2013



Одновременно с проведением гидрологических измерений и отбором проб воды проводятся измерения **температуры** воды с помощью простейшего термометра (годится даже оконный). При измерении температуры следует иметь в виду, что термометр должен быть полностью погружён в воду на несколько минут и не должен находиться на солнце.

Затем переходят к **гидробиологическим** исследованиям и отбору проб **животных**.

На первом занятии следует познакомить учащихся с устройством **орудий лова** (скребка и планктонной сетки) и показать способы работы с этим оборудованием. Все учащиеся на первом занятии должны научиться самостоятельно работать со скребком и планктонной сеткой (описание работы с этими орудиями см. выше).

На первом занятии наибольшее внимание следует уделить сбору **макрозообентоса**, т.е. работе со скребком. Однако если работа проводится на большом водоёме (большая река, пруд, озеро, водохранилище) и в начале осени (сентябрь), то можно ещё поучиться ловить **планктон**.

На первой экскурсии, цель которой — первичное знакомство с водным миром и методами сбора и учёта организмов, можно ограничиться рассказом об устройстве и принципе работы планктонной сетки, а также «показательным» отбором одной пробы планктона. Для этого достаточно пролить через планктонную сетку небольшое количество воды (например 10 вёдер) в наиболее удобном для показа месте, например с мостков.

Собранный планктон переливают из стаканчика в отдельную баночку и уносят в лабораторию для подсчёта.

Состав водных организмов сильно отличается в различных водоёмах. Поэтому, как было указано выше, в осеннюю экскурсию, по возможности, следует включить **несколько водоёмов** различного типа, например, ручей, реку, пруд. Во время экскурсии следует показать учащимся, как и чем отличаются эти водоёмы и в результате лабораторной обработки выяснить — отличается ли видовой состав растений и животных из различных водоёмов.

Так, например, придя на **ручей**, необходимо первым делом рассказать учащимся о характере ручья: откуда он берёт своё начало, и на каком расстоянии от истока мы находимся в данный момент. Поскольку часто бывает, что на небольшом протяжении ручья много раз меняются биотопы, вызывая этим самым различие биоценозов, то следует обратить внимание учащихся на существующие отличия биоценозов.

Обычно в ручьях можно выделить **4 типичных биоценоза**:

- 1) биоценоз камней — он состоит из растений и животных, имеющих приспособления для удержания против течения;
- 2) биоценоз мхов (*Fontinalis*) и мелких насекомых, имеющих крючки и зацепки;
- 3) биоценоз заводей, имеющий фауну прудов;
- 4) биоценоз дна, не покрытого камнями, и с бедным населением, так как ил постоянно сносится, а песчинки подвергаются перекачиванию и не позволяют укрепляться растениям.

На **реке и озере** также необходимо выделить основные биоценозы, находящиеся поблизости, и, по возможности, собрать в этих ме-



стах их обитателей, обращая внимание учащихся на характеристику этих биоценозов, на отличие форм и окраску животных, обитающих в них.

На прибрежном участке большой реки (озёра, водохранилища) можно выделить **следующие биоценозы:**

1) биоценоз песков — является самым бедным и количественно и качественно: лишь очень немногие формы способны удержаться на текучем или постоянно взмучиваемом прибоем песчаном грунте;

2) биоценоз камней — ненамного богаче в количественном отношении, чем биоценоз песка, но число форм здесь значительно больше;

3) биоценоз глинистых участков — имеет обычно небольшое количество форм, но при довольно большом количестве индивидуумов;

4) биоценоз илистого грунта — значительно богаче ранее перечисленных;

5) придонные заросли — население здесь не очень богатое, но разнообразное;

6) прибрежные заросли — животное население наиболее разнообразно, некоторые формы встречаются в большем количестве, чем в придонных зарослях, благодаря отложению ила среди стеблей на дне.

Конечно же, на первом занятии не всегда есть возможность посетить и провести отбор проб во всех имеющихся биотопах, но для проведения сравнения надо стремиться обследовать как минимум три-четыре различных биотопа одного водоёма или посетить три-четыре разных водоёма.

Лабораторная работа

Перед началом лабораторной работы на первом занятии следует остановиться на правилах техники безопасности при работе со стеклянной посудой и правилах работы с биноклями.

Сутью первой лабораторной работы является **обработка** результатов экскурсии и составление **списка** собранных растений и пойманных животных.

Вначале определяют и записывают названия собранных растений (на первой практике названия видов может подсказать преподаватель), составляют общий список видов, помечая, где эти растения обитают, и по возможности, зарисовывают.

Затем можно перейти к **животным**, которые видны невооружённым глазом. Рекомендуется рассматривать животных в определённом порядке — или в систематическом (т.е. по основным группам) или по очереди из различных водоёмов.

При раздаче животных преподавателю следует ещё раз повторить биологические и экологические особенности каждого рассматриваемого вида.

В то время как учащиеся занимаются изучением «крупных» животных, преподаватель под своим биноклем отлавливает **мелкие** (в том числе — планктонные, если их сбор осуществлялся) организмы, раскладывая их на предметные стёкла. Для тщательного изучения мелких организмов можно приготовить временные препараты, положив на капельку воды с мелким объектом покровное стекло.

Следует заметить, что наибольший **интерес** дети проявляют к крупным животным. Мелкие планктонные организмы для них менее интересны, поэтому необходимо каким-то образом привлечь их внимание к этим объектам, например, предложив самостоятельно приго-



⁶ Методика расчета плотности населения планктона описана в методическом пособии «Изучение планктона в прибрежной части водоема» (см. <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/48.htm>). По этой теме снят также учебный фильм (<http://www.ecosystema.ru/04materials/video/sum-08.htm>).

⁷ Методика определения этих показателей изложена в методическом пособии «Изучение физико-химических свойств природных вод» (см. <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/45.htm>). По этой теме снят также учебный фильм (<http://www.ecosystema.ru/04materials/video/win-09.htm>).

товить временные препараты, крупно нарисовать на доске объект в том виде как он виден под биноклем (а не так как нарисован в определителе), обратить внимание на особенности жизненного цикла (партеногенетическое развитие дафний летом и откладка зимующих яиц зимой), рассказать, какую роль планктонные организмы играют в жизни водоёмов.

Для лучшего запоминания пойманных объектов учащиеся **зарисовывают** их в альбом. Если животных поймано много, не следует стремиться зарисовать их все, можно ограничиться 2–5 объектами на каждого ученика — в зависимости от их возраста, способностей и желаний. Рисунки делаются простым карандашом (допускается применение мягких пастельных цветов). Для правильного рисования живых объектов не обязательно быть художником, важно зарисовать **то, что видишь**, обратив внимание на основные особенности морфологии объекта — сегментированность тела, количество лапок, наличие или отсутствие жабер и т.д.).

Каждый рисунок в альбоме должен быть **подписан**: название (детали названий — на усмотрение преподавателя) и увеличение. Трудные и непонятные названия животных и растений следует выписывать на доске, чтобы в альбомах у учащихся не было ошибок.

Если есть время и поймано достаточно планктонных организмов, можно перейти к **количественному анализу** планктонной пробы. Руководитель должен объяснить, каким образом можно легко и быстро сосчитать всех планктонных животных в данной пробе с помощью камеры Богорова или камеры Горяева⁶. Чтобы эта работа не показалась «наказанием» для одного учащегося, принесённую пробу планктона обсчитывают общими усилиями и высчитывают количество планктонных организмов на один литр воды.

Одновременно с работами по изучению животных и растений (или после её окончания), учащимся объясняют простейшие способы определения **физических показателей воды**. На первом занятии по водной экологии нет смысла останавливаться на химических анализах — этим рациональнее будет заняться позже (зимой).

Работа по определению физических показателей воды проводится с целью сравнения всех обследованных водоёмов, поэтому все получаемые данные удобнее всего записывать в форме таблицы:

Название водоёма	Скорость течения (м/сек)	Ширина русла (м)	Глубина (ср., макс.)	Расход воды (м ³ /сек)	Объём стока (км ³ /год)	Температура воды	Прозрачность воды (см)	Цвет воды	Запах	Кислотность (рН)
1 ...										
2 ...										
3 ...										

На данном занятии определяют лишь самые простейшие физические свойства воды: температуру (её измеряли во время полевой части работы на водоёмах), прозрачность, цвет (цветность), запах, кислотность (рН)⁷.



В сравнительную таблицу вносят также данные гидрологических измерений, проведённые на водоёмах. Если есть время, то по стандартным методикам рассчитывают расход воды и объём стока для текущих водоёмов⁸. Если времени на это не остаётся, то можно обойтись без данной процедуры — всё равно на одном из последующих практикумов такая работа будет проводиться ещё раз.

Итогом занятий для каждого ученика должны стать:

- 1) конспект лекции по биологии водных организмов данной местности в осенний период;
- 2) таблица сравнительных данных гидрологических и гидрофизических показателей обследованных водоёмов;
- 3) список представителей водной флоры и фауны с указанием местообитания (водоёма) и принадлежности к экологической группе (бентос, планктон, нектон, нейстон, плейстон);
- 4) рисунки определённых объектов.

Зимний сезон

Занятия по водной экологии зимой, так же как и осенью, проводятся в течение одного дня, т.е. 7 учебных часов. Из них 0,5–1 час отводится на вводную лекцию, 2 часа — на сбор проб, 4 часа — на лабораторные занятия и зачёт (см. Тематический план).

Лекция

Тепловые свойства водоёма: температурные колебания; тепловая слоистость; температурный скачок; замерзание водоёма; группы водных организмов по способам их зимовки. Приспособления животных к изменениям вязкости воды; цикломорфоз; приход и расход воды в водоёме зимой. Газовый режим водоёма зимой.

Биоценозы. Литораль: «судьба» обитателей литорали зимой. Пелагиаль: зимние миграции зоопланктона; резкое уменьшение численности планктона; способы переживания неблагоприятных условий планктонными организмами. Бенталь: условия жизни на дне; зимовка донных животных. Поверхностная плёнка воды: судьба нейстона и плейстона зимой.

Основные физические и химические свойства воды: температура, прозрачность, цвет, запах, кислотность, содержание азотистых соединений (нитратов, нитритов, аммония), концентрация кислорода и углекислого газа, минерализация воды.

Экскурсия

Основная цель похода на водоём — **отбор проб воды** для проведения её последующих физических и химических анализов в лаборатории. Другая цель зимней экскурсии — показать учащимся, что жизнь в воде **продолжается** и зимой.

Зимняя экскурсия на водоём — несколько необычное занятие, которое сильно отличается от экскурсии в тёплое время года. Для её проведения необходимо дополнительное оборудование: топор или пешня (рыбачий коловорот не годится). Потребуются также полиэтиленовые мешки для сбора образцов снега, анализ которого желательно провести в сравнительных целях.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ
РАЗРАБОТКИ
И РЕКОМЕНДАЦИИ**

⁸ Техника непосредственных измерений расхода воды на малых водотоках, а также методика расчета расхода воды и объема стока для больших водотоков приведены в методическом пособии «Сравнительные комплексные описания малых рек и ручьев» (<http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/44.htm>). По этой теме снят также учебный фильм (<http://www.ecosystema.ru/04materials/video/sum-06.htm>).

47

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ / 1'2013





Взятие проб зимой представляет собой некоторые трудности. Для того, чтобы добраться до воды, необходимо сделать **прорубь**. Идеально, если в окрестностях базы имеется незамерзающий водоём.

Проводя зимнюю экскурсию на водоём, желательно не только отобрать пробы воды для физико-химических анализов, но и попытаться **поймать** представителей водной фауны. Поэтому диаметр проруби должен быть не меньше диаметра скребка (25–30 см). Рубить прорубь следует недалеко от берега, в месте, где глубина водоёма не превышает 50–80 см. Тогда через прорубь можно будет легко зачерпнуть скребком донные отложения вместе с зимующими в них беспозвоночными.

Для того чтобы собрать максимальное количество организмов, обитающих подо льдом, нужно взять немного грунта со дна и небольшое количество разлагающейся растительности, потому

что основная масса животных предпочитает зимовать именно там.

В сильный мороз содержимое скребка необходимо быстро **перекладывать** в полиэтиленовый пакет или в банку с этикеткой. При долгом пребывании мокрого скребка на морозном воздухе ткань его замерзает и делается очень хрупкой, поэтому со скребком следует обращаться очень аккуратно.

В сильные морозы или в конце зимы экскурсию надо проводить на реку или ручей, русло которого **не промерзает** из-за течения (поскольку неглубокие стоячие водоёмы зимой промерзают до дна, особенно у берега).

Ловить планктон зимой не имеет смысла — оставшийся на зиму планктон держится на глубине в придонном слое воды и его очень мало.

Отбор проб воды для физико-химических анализов проводится по стандартной схеме — в пластиковые бутылки с крышкой. Попутно с отбором проб в каждом водоёме измеряется температура воды.

Лабораторная работа

Основная работа по водной экологии в зимнее время года проводится в лаборатории.

По возвращении на базу группа учащихся под руководством преподавателя, прежде всего, **разбирает** принесённые с водоёма пробы.

Если пробы замерзли, необходимо подождать, пока они оттают сами — ни в коем случае нельзя пытаться ускорить этот процесс доливанием в пробы горячей воды или разогреванием её на обогревательных приборах (т.к. это приведёт к смерти животных). Оттаявшую пробу по частям выкладывают в белый поддон и размывают чистой водой, а всех обнаруженных животных складывают в чашки Петри.

После разбора отобранных проб преподаватель **рассказывает** о встреченных животных и растениях. Необходимо обратить внимание на биологию (дыхание, питание, размножение и развитие) и экологию (местообитание, взаимосвязь с другими организмами) изучаемых объектов. Если попались личинки, например, летающих насекомых, не-



плохо показать в определителе, как выглядят взрослые особи (имаго), чтобы учащимся было понятно, о чём идёт речь.

Так же как и на предыдущем практикуме, изучение объектов удобнее начать с тех организмов, которые видны **невооружённым** глазом. Учащиеся рассматривают животных в бинокляр и, по возможности, зарисовывают их в свои альбомы, обращая особое внимание на характерные признаки данного организма.

В зимнее время можно собрать вместе все встретившиеся домики личинок **ручейников**, обратить внимание учащихся на форму и материал, из которого построены домики и вспомнить те биотопы, где эти личинки ручейников были найдены. Указать детям на прямую связь между материалом домика и биотопом обитания ручейников. Также можно провести интересный эксперимент, разрушив домик ручейника и предложив ему старый или новый материал для домика (прекрасные красивые домики строят личинки ручейников за одну ночь из цветного бисера или песка).

Зимой, когда время на экскурсионную работу ограничено, можно рассказать учащимся о том, как устроен научный **определитель**, и вместе с ними попытаться определить какой-либо сложный объект (например, кого-нибудь из личинок насекомых). Определение не обязательно должно вестись до вида — хорошо, если животное будет определено хотя бы до отряда и рода. После этого можно предложить учащимся самостоятельно провести определение другого неизвестно-го объекта.

В зимнее время, когда видовой состав пойманных беспозвоночных животных всё-таки ограничен по сравнению с другими сезонами года, основное внимание в процессе лабораторной работы следует уделить определению **физико-химических показателей** воды из окрестных водоёмов, сравнив их с показателями воды из других источников. С этой целью следует взять пробы снега в разных местах (в лесу, на краю дороги, во дворе школы или экологического центра), воду из водопровода, воду из колодца и других возможных источников⁹.

Основными физическими показателями природных вод, легко измеряемыми на учебных занятиях, являются: температура, прозрачность (светопропускание), цветность и запах. Несложным, но требующим уже кое-какого точного оборудования, является также измерение содержания взвешенных и растворённых веществ.

Основные химические показатели, определяемые на учебном занятии, зависят от наличия в школе или учебном центре приборов, реактивов или тест-наборов для определения свойств воды. В минимальном варианте это могут быть: кислотность (рН), общая или карбонатная жёсткость, содержание нитратов или аммония. Большинство этих анализов можно провести с использованием тест-наборов, продающихся в магазинах для аквариумистов¹⁰. Гораздо сложнее (и дороже) получить данные о содержании растворённого кислорода, углекислого газа, железа, фенолов.

Данные физико-химических анализов воды из различных водоёмов и источников удобнее всего оформить в виде **сравнительной таблицы**.

Итогом дня занятий для каждого учащегося должны стать:

1) конспект лекции по биологии водных организмов данной местности в зимний период;

⁹ Правила и техника отбора проб воды и снега для физико-химических анализов приведены в методическом пособии «Изучение физико-химических свойств природных вод» (см. <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/45.htm>). По этой теме снят также учебный фильм (<http://www.ecosystema.ru/04materials/video/win-09.htm>).

¹⁰ Техника измерения физических показателей и простейших химических анализов воды, в основном, с помощью любительских тест-наборов приведена в методическом пособии «Изучение физико-химических свойств природных вод» (см. <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/45.htm>). По этой теме снят также учебный фильм (<http://www.ecosystema.ru/04materials/video/win-09.htm>).





- 2) список видов животных и растений с указанием биотопа и их принадлежности к той или иной экологической группе;
- 3) альбом с зарисовками увиденных животных, с разнообразием домиков ручейников;
- 4) сравнительная таблица физических и химических показателей воды в различных водоёмах и источниках окрестностей базы (школы).

Весенний сезон

Весной на занятия по водной экологии отводится на один час больше, чем осенью и зимой, т.е. 8 часов в течение одного учебного дня: из них 0,5 часа — на вводную лекцию, 3–4 часа — на экскурсию и отбор проб (в зависимости от погоды) и 3–4 часа — на лабораторные занятия и зачёт (см. Тематический план).

Лекция

Основные физические и биологические особенности водоёмов весной.

Физические характеристики. Температурные колебания; тепловая слоистость; циркуляция воды весной; влияние тепловых свойств воды на организмы весной.

Биоценозы. Литораль: зона зарослей — отсутствие водной растительности весной; жизнь обитателей литорали весной. Пелагиаль: население водной массы; увеличение численности планктона; сезонные миграции зоопланктона; фитопланктон; цветение воды весной.

Временные водоёмы: особенности и различные типы временных водоёмов, группы организмов, населяющих весенние лужи.

Полевые занятия

Весной полевые занятия по водной экологии труднее всего стандартизировать, поскольку гидрологические и биологические процессы в этот период идут бурно и **ситуация изменяется** буквально каждый день. Если полевая практика пришлась на начало весны, ещё до половодья, то содержание занятий окажется похожим на зимний сезон. Период активного таяния снега и половодья существенно зависит от погодных условий и местности, но в любом случае, в этот период наибольшее внимание следует уделить изучению так называемых «временных водоёмов». Занятия в конце весны больше похожи на летние.

В любом случае, в самом начале полевого занятия преподаватель должен напомнить учащимся об **орудиях лова**, которые будут использованы для сбора водных организмов и ещё раз показать, как работают этими орудиями. После этого учащиеся должны **самостоятельно** ловить животных.

Весной в водоёмах отсутствуют погруженные растения и прибрежная растительность ещё слабо выражена, поэтому собирать прибрежное и донное население приходится **другими** способами, по сравнению с осенью и зимой.

Некоторые донные животные обитают на поверхности грунта и их хорошо видно сквозь воду, другие прячутся под камнями и коряга-



ми, лежащими в воде, и их можно обнаружить, поднимая эти предметы. Интересно также осмотреть корни появляющейся прибрежной растительности, вырвав одно растение и промыв его корни в поддоне с водой.

Для сбора **донных** животных так же, как и раньше, удобнее всего использовать скребок — им аккуратно водят по дну, стараясь зацепить только верхний слой грунта; затем он хорошо промывается в водоёме и для разбора выкладывается в поддон.

Весной видовой состав водных организмов сильно различается в разных водоёмах. Поэтому во время полевых занятий, по возможности, следует посетить **несколько водоёмов** различного типа, например, ручей, реку, пруд, временные водоёмы, и во время экскурсии постараться показать учащимся, как и чем отличается видовой состав животных этих водоёмов.

Эксперсии на ручей, реку, озеро проводятся аналогично осенним экскурсиям. Как было указано выше, во время экскурсий преподаватель рассказывает учащимся обо всех встречающихся объектах водного мира в их связи с данным сезоном года.

Весной во время таяния снега и разлива рек в различных низинах образуются **временные водоёмы**. Под временными водоёмами понимают неглубокие озёра речной воды, оставшиеся после разлива реки в пойме, снеговые лужи в понижениях, как в поймах рек, так и на водораздельных участках, лужи в колеях сельских и лесных дорог.

Животный мир временных водоёмов очень **разнообразен** и сильно зависит от происхождения и типа питания водоёма. При проведении занятий в подходящий момент весны этим следует обязательно воспользоваться, постаравшись обойти со школьниками все типы временных водоёмов окрестностей школы или биостанции и поймать представителей водной фауны.

Во время облова временного водоёма интересно **проанализировать** совместно с учащимися его происхождение, питание (за счёт чего образовался временный водоём) и «историю» его обитателей — откуда появляются эти организмы в лужах весной и что с ними происходит с исчезновением воды, какие особенности характерны для типичных обитателей временных водоёмов. Не менее интересным будет наблюдать конец существования лужи, для этого необходимо порыться в грунте, ещё хранящем влагу¹¹.

Поздней весной в больших слабо текущих или стоячих водоёмах начинает активно размножаться **фито- и зоопланктон**. В мае на экскурсии уже можно полноценно продемонстрировать, как проводится **количественный учёт** планктона¹². Преподаватель должен напомнить ученикам, как устроена планктонная сеть и как проводят количественные учёты планктона, а также рассказать о требованиях, которые предъявляются к количественным учётам (объём пролитой воды, время учёта, место, частота взятия проб). Следует заметить, что весной состав и количество планктона меняется каждую неделю, и это важно отметить, рассказывая о количественных учётах планктона. Идеально, когда есть возможность показать учащимся результаты количественных учётов, проведённых на прошлой–позапрошлой неделях (это возможно в случае проведения серии практикумов в учебном центре).

МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ И РЕКОМЕНДАЦИИ

¹¹ Специфика отбора проб из временных водоёмов и особенности их изучения обсуждаются в методическом пособии «Фауна временных водоёмов» (см. <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/50.htm>). По этой теме снят также учебный фильм (<http://www.ecosystema.ru/04materials/video/spr-10.htm>).

¹² О методике изучения планктона, в частности о технике лова и методике его количественного учёта, рассказано в методическом пособии «Изучение планктона в прибрежной части водоёма» (см. <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/48.htm>). По этой теме снят также учебный фильм (<http://www.ecosystema.ru/04materials/video/sum-08.htm>).





Лабораторная работа

По возвращении на базу (в учебный центр) после экскурсии группа учащихся под руководством преподавателя проводит обработку результатов экскурсии. Как обычно, все принесённые пробы выливаются в чистые поддоны, и организмы сортируются по чашкам Петри.

Во время работы учащиеся должны рассмотреть все принесённые объекты (животных и растения, крупных и мелких) и составить **списки видов** по различным водоёмам, отмечая биотопы, в которых данный вид был встречен.



Анализируя состав животных из временных водоёмов, следует постараться провести простейшую **классификацию временных водоёмов** по их происхождению и видовому составу обнаруженных в них животных. Хорошо, если в процессе обработки данных школьники сделают предположения о том, как данные животные попадают в данный временный водоём и куда они деваются после его высыхания.

Характеристику происхождения и видового состава животных временных водоёмов удобно оформить в виде **сравнительной таблицы**.

Для лучшего запоминания встреченных объектов, так же как и на предыдущих занятиях по водной экологии, обнаруженных и определённых животных следует **зарисовывать**. Трудные и непонятные названия животных и растений необходимо выписывать на доске, чтобы в альбомах учащихся не было ошибок.

Итогом весенних занятий по водной экологии у каждого учащегося должны стать:

- 1) конспект лекции по биологии и экологии водных организмов данной местности весной;
- 2) список видов представителей водного мира, встреченных на весенней экскурсии — по биотопам и по принадлежности к экологической группе (планктон, бентос, нектон, нейстон, плейстон);
- 3) отчёт о количественном учёте планктона (если проводился);
- 4) сравнительная таблица «Происхождение и видовой состав животных временных водоёмов»;
- 5) рисунки встреченных объектов.

Летний сезон

В целом, летний период наиболее благоприятен для занятий водной экологией. Продолжительность занятий по этому предмету в этот сезон составляет 8 часов. Из них 1 час отводится на вводную лекцию, 4 часа — на экскурсии, 2 часа — на лабораторную обработку материала и 1 час — на зачёт.

Лекция

Главнейшие физические свойства водоёмов летом. Температурные колебания; тепловая слоистость; летняя стагнация; влияние тепловых свойств воды на организмы. Уменьшение вязкости воды летом; приход и расход воды в водоёме летом. Уменьшение прозрачности воды летом; цветение воды; сине-зелёные водоросли.

Биоценозы. Литораль: зона зарослей; область поднимающихся над водой растений; заросли растений с плавающими листьями; заросли погруженных растений; область прибоа.

Пелагиаль: видовое богатство планктона; зоопланктон; фитопланктон; суточные миграции планктона; пики численности планктона, летнее цветение воды.

Бенталь: размножение донных животных; вымётывание икры; вылет личинок насекомых.

Болота. Образование болот; типы болот; растительность различных типов болот; население болот.

Полевые занятия

Летом, если позволяют погодные условия, вводную лекцию можно провести прямо на берегу водоёма. Большая часть информации о собранных объектах также может быть рассказана прямо **на берегу**.

Так же как и осенью, летом на водоёме можно провести рекогносцировочное исследование и основные гидрологические измерения (глубина, ширина, скорость течения). Если в окрестностях школы или учебного центра есть небольшая река, перейти которую можно вброд, то лето — это идеальное время для её **комплексного изучения**, начиная с гидрологических измерений, которые можно проводить, находясь в воде, и кончая изучением высшей водной растительности, которая также доступна, в основном, непосредственно из воды.

Поскольку предполагается, что к лету учащиеся уже овладели навыками работы с приборами и оборудованием, все измерения и исследования они проводят **самостоятельно**. Преподаватель осуществляет лишь общее руководство и контроль за соблюдением правил работы с оборудованием и техники безопасности.

Летняя экскурсия по способу проведения напминает осеннюю, но по содержанию (видовой и возрастной состав организмов) может сильно отличаться. Используя те же орудия и методы лова, в воде можно обнаружить организмы, которые не были замечены ни осенью, ни весной. Речь идёт о различных **возрастных стадиях** (яйца, икра, нимфы и личинки) водных животных.

Лето — время года, когда большинство водных и воздушных беспозвоночных животных активно **размножается**. Многие организмы откладывают яйца на различные части водных растений (на нижнюю поверхность плавающих листьев, на стебли, в корни) и на другие предметы (камни, коряги, пустые раковины и т.д.). Одни заключают их в слизь (моллюски), другие прикрывают коконом (улитковая пиявка), а третьи откладывают яйца в саму ткань растений (стрекозы стрелки и дедки).

Найденные во время экскурсии различные кладки можно взять с собой в лабораторию для подробного изучения под биноклем. Для этого кладку необходимо положить в банку с водой, не отделяя её от субстрата.

Другая возрастная стадия, которая не встречалась в водоёмах весной и осенью — это **личинки** самих водных животных. Часто в скребок





¹³ Технология сбора гербариев, в том числе гербария водных растений, изложена в методическом пособии «Составление учебного гербария» (см. <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/14.htm>). По этой теме снят также учебный фильм (<http://www.ecosystema.ru/04materials/video/sum-01.htm>).

¹⁴ О методике изучения планктона, в частности о технике лова и методике его количественного учета, рассказано в методическом пособии «Изучение планктона в прибрежной части водоема» (см. <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/48.htm>). По этой теме снят также учебный фильм (<http://www.ecosystema.ru/04materials/video/sum-08.htm>).

попадают животные, сильно напоминающие уже знакомых животных, но их размеры в 2–3 раза меньше и отсутствуют какие-либо органы. Такие особи могут попадаться в скребок довольно часто в отличие от тех личинок, которые зимовали в этом водоёме — большинство перезимовавших личинок летающих насекомых после превращения в куколку к началу лета уже вылетают, а их новое поколение представлено яйцами.

Состав водных организмов сильно различается в различных водоёмах, поэтому в летнюю экскурсию по возможности следует включить **несколько водоёмов** различного типа, таких, например, как ручей, река, пруд или болото и во время экскурсии постараться показать учащимся, как и чем отличаются сами водоёмы и видовой состав животных в них. Полезно сразу же обсудить и причины этих различий.

Летом также можно организовать экскурсию на болото. Если болото торфяное, там можно провести ряд следующих работ: исследовать сплаvinу (измерить толщину сплаvinы, глубину озера у конца сплаvinы, ознакомиться с растениями, образующими сплаvinу); процедить большое количество воды из мха через планктонную сетку, чтобы познакомиться с микроскопическим населением мха.

Лето — удобная пора для изучения **высшей водной растительности**. В это время водные растения легко определить, потому что они цветут и хорошо развиты. На летних занятиях по водной экологии можно собрать гербарий водных растений.

Технология сбора **гербария** водных растений весьма специфична, поскольку они расправляются прямо в воде. Для этого лист плотной бумаги (типа чертёжной, ватмана) подводится в воде под растение (предварительно вынутое из грунта, если оно было прикреплено). Растение расправляется (прямо в воде), а затем лист бумаги за два края аккуратно вынимается из воды. При этом надо следить, чтобы вода стекала равномерно со всех сторон. Лист с растением вкладывается в сухую рубашку¹³.

Летом в водоёмах встречается большое количество **планктона** (наиболее разнообразен и многочислен он в конце лета), поэтому из всех сезонов года изучению этих объектов следует уделить наибольшее внимание именно летом.

Учитывая, что с методикой изучения планктона школьники уже познакомились на осеннем занятии, летом основное внимание должно быть уделено **количественному учёту** планктона в различных водоёмах. Как уже было сказано, самый доступный способ сбора и учёта планктона — проливание воды ведром через планктонную сеть. Для того, чтобы получить реальные данные о численности планктона в водоёме через планктонную сеть, следует пролить не менее 200–300 литров воды (20–30 вёдер)¹⁴.

На экскурсии можно продемонстрировать методику изучения **суточной миграции** планктона. Для этого пробы планктона следует взять утром и вечером. Если исследуется несколько водоёмов (река и пруд или озеро), интересно сравнить состав и численность планктона в реке и стоячем водоёме в одно и то же время.

Лабораторная работа

В отличие от занятий по другим предметам, даже в летний сезон лабораторной работе по водной экологии необходимо уделить большое внимание, т.к. работа с биноклями и микроскопами является важным элементом деятельности водного эколога.



По возвращении на базу (в учебный центр) после экскурсии группа учащихся под руководством преподавателя проводит обработку результатов полевой работы. Беспозвоночные животные **сортируются, определяются и зарисовываются**, так же, как это делалось на предыдущих занятиях. Принесённые водные растения также определяются и зарисовываются. В домашних условиях водные растения перекладываются в гербарные сетки (прессы).

Кладки различных животных помещаются в отдельную посуду и рассматриваются под биноклем. Кладки разных животных следуют зарисовать вместе с субстратом, к которому они прикреплены.

Пробы из различных водоёмов желательно рассматривать по очереди, это позволит представить картину того или иного биоценоза в целом.

Особое внимание следует уделить изучению **количественных планктонных проб**. После получения конечных данных учащиеся должны сравнить результаты, полученные для разных водоёмов.

Обычно речной планктон в отличие от планктона стоячего водоёма **характеризуется** следующими чертами: преобладанием фитопланктона над зоопланктоном; преобладанием в фитопланктоне диатомовых водорослей; преобладанием в зоопланктоне коловраток над ракообразными; преобладанием ветвистоусых рачков над веслоногими.

Также следует заметить, что летом в планктоне очень мало взрослых веслоногих рачков, а вместо них попадают их личинки — науплиусы. Можно приготовить несколько временных препаратов науплиусов, тщательно рассмотреть их под микроскопом и сравнить со взрослыми животными.

Ближе к вечеру необходимо сходить ещё раз на водоём в то же самое место, где утром бралась планктонная проба, и взять ещё одну пробу. Обсчитанные данные вечернего учёта следует **сравнить** с утренним учётом и выявить различия.

Если на экскурсии были пойманы крупные **хищные** личинки жуков (например, жука-плавунца), то можно, посадив его в отдельную посуду и кидая ему корм (голых личинок ручейников, веснянок, комаров и т.п.), понаблюдать за его охотой на других животных.

Результаты утренних гидрологических измерений реки рассчитываются¹⁵ и оформляются в виде комплексной таблицы (или сравнительной таблицы, если изучалось несколько водоёмов).

Итогом летних занятий по водной экологии у каждого учащегося должны стать:

- 1) конспект лекции по биологии и экологии водных организмов данной местности летом;
- 2) сравнительная таблица гидрологических показателей изученных водоёмов (или комплексное гидрологическое и гидробиологическое описание малой реки);
- 3) список видов представителей водного мира по биотопам, с принадлежностью животных к экологической группе (планктон, бентос, нектон, нейстон, плейстон);
- 4) отчёт о количественном учёте планктона со сравнительной таблицей о видовом составе и численности планктона в различных водоёмах, на различных участках (глубинах) и в разное время суток;

**МЕТОДИЧЕСКИЕ
РАЗРАБОТКИ
И РЕКОМЕНДАЦИИ**

¹⁵ Техника расчетов основных гидрологических показателей реки на основе полевых гидрологических измерений приведена в методическом пособии «Сравнительные комплексные описания малых рек и ручьев» (<http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/44.htm>). По этой теме снят также учебный фильм (<http://www.ecosystema.ru/04materials/video/sum-06.htm>).





5) рисунки встреченных объектов (животные, кладки животных, высшие водные растения, водоросли);

6) гербарий водных растений (если собирался).

На этом мы завершаем публикацию глав из книги кандидата биологических наук, директора экологического центра «Экосистема» Александра Сергеевича Боголюбова «Учебная и исследовательская деятельность школьников в природе, или Как организовать полевой экологический практикум», которую мы размещали в последних восьми номерах нашего журнала.

Как было сказано в первой статье, опубликованные главы книги являлись описанием первого этапа полевого практикума по экологии — его «учебной» составной части, ступени, названной автором «Экологический ликбез».

Целью этого этапа было **первичное ознакомление** учащихся с природой своей местности, с наиболее распространёнными объектами неживой и живой природы, растущими и живущими на суше и в водной среде, а также азами исследовательской работы в природе.

После прохождения этого начального этапа полевого практикума происходит переход на следующую, более интенсивную ступень — полевой практикум «Эколог-исследователь». Данный этап потребует от детей использования всех тех знаний, умений и навыков, которыми они овладели на начальном этапе полевого практикума.

Сущностью полевого практикума «**Эколог-исследователь**» будет выполнение детьми самостоятельных исследовательских работ — небольших по объёму, но основанных на реальных исследовательских технологиях и методиках, позаимствованных из «большой науки». 