

Московский союз научных и инженерных организаций
Российский химико-технологический университет им. Д.И.
Менделеева
The Wildlife Trusts

Рекомендации по организации полевых исследований состояния малых водных объектов с участием детей и подростков

Москва — Переславль-Залесский, 2001

Авторы: *Е.А. Заика, Я.П. Молчанова, Е.П. Серенькая*

Научный редактор: *доктор физико-математических наук, академик
РАЕН Е.В. Веницианов.*

В книге рассмотрен широкий круг вопросов по организации исследований малых водных объектов - рек, ручьев, озер, прудов, водохранилищ - силами школьников и студентов, изложены методы изучения их физико-географических, гидрологических свойств, а также качества воды гидрохимическими и гидробиологическими методами. Кратко изложено экологическое значение параметров качества воды, рассказано, как оценить результаты наблюдений, как их оформить, приведены правила безопасного поведения во время экспедиций.

Книга предназначена для широкого круга читателей и может служить учебным пособием для школьников и студентов, организации внешкольных занятий.

Оглавление

[Введение](#)

[1. Что мы знаем о воде](#)

[2. Планирование исследования водного объекта](#)

[3. Метеорологические наблюдения](#)

[4. Изучение малой реки](#)

[5. Изучение малых водоемов](#)

[6. Гидрохимические наблюдения](#)

[7. Биологическая оценка состояния пресного водоема](#)

[8. Отчет об исследованиях](#)

[Приложения](#)

[Кодекс безопасности работы на воде](#)

Введение

Малые водные объекты — речки, озера, пруды — важная часть нашей малой родины. Очевидно, в России нет ни одного города, поселка, деревни, где не было бы, по крайней мере, «малой воды». Это и понятно: с давних времен люди обязательно выбирали место для жилья вблизи воды — большой или малой. Вода была необходима человеку не только для питья, водопоя домашних животных, полива выращиваемых растений. Это и рыбалка — издавна российские реки и озера были богаты рыбой. Это и средство передвижения — летом на лодках, зимой по льду на санях. Это и выработка энергии — раньше на многих малых рек стояли водяные мельницы, на более крупных реках сейчас работают электростанции.

Малая река — важная часть водного фонда страны. Часто большие реки сравнивают с артериями. Если так, то малые реки — это капилляры. Действительно, их насчитывается в России более 200 тысяч! Это те реки, которые имеют протяженность не менее 30 км. Если нанести их все на карту, то мы увидим, что большая часть страны буквально пронизана этими водными капиллярами.

Однако наша водоносная система переживает не лучшие времена. В течение многих последних лет человек не заботился о малых реках и озерах. Вырубался лес по берегам и на поймах, осушались болота, питающие реки. Берега часто распахивали вплоть до уреза воды, не оставляя даже небольшой части долины реки в естественном состоянии, что ограждало бы воду от загрязнения.

Но самое страшное заключается в том, что человек перестал быть хранителем чистой воды. Что проще: вымыть машину на берегу, пустить коров на водопой, спустить во время паводка накопившийся на ферме навоз, выбросить мусор в воду, чтобы не портил место отдыха и т.д.

Наши бессловесные друзья — речки, пруды, озера — начинают болеть: вода становится грязной, мутной, летом она может зацвести. Постепенно угасает жизнь в воде. Сначала одни водные организмы сменяются другими, менее прихотливыми к условиям среды обитания, а потом и вовсе исчезают.

Река или озеро могут умереть, уйти навсегда. Бывает, что летом малая река превращается в едва заметный ручеек или цепь маленьких водоемов со стоячей водой; озеро мелеет с каждым годом. Все это — признаки надвигающейся беды. Однако человек не может жить без воды. Это не только хозяйственный ресурс, но и неотъемлемая часть природы, ее красота. Воспоминания нашего детства почти всегда связаны с любимым местом отдыха, купания на реке, в пруду, ловлей рыбешек, ночевкой у костра возле журчащей речки.

Вот почему так важно остановить процесс разрушения, гибели малых водных объектов. И сделать это могут наши дети и молодежь при поддержке взрослых, учителей и наставников. Мы уверены, что полноценное экологическое воспитание невозможно без реальных экологических действий.

Наиболее доступной и благодарной формой таких действий является изучение и охрана малых водных объектов, в сочетании с акциями по уборке территории, планированию и реализации программ и простых мероприятий по восстановлению и поддержанию малых водных объектов. Объект изучения доступен, потому что почти всегда рядом с любым населенным пунктом есть речка или пруд. Оно доступно также, потому что существуют достаточно простые методы изучения экологии рек, озер и прудов.

Мы решили собрать в одной книге такие методы по изучению географических и климатических характеристик, гидрологии реки, ее гидрохимии и жизни в воде, которые доступны школьникам, разумеется, при участии учителей (географии, экологии, химии и пр.

— не так важно) или старших наставников. Конечно, эти методы — разные по сложности. Некоторые требуют использования химических реагентов, специальной посуды, простых приборов. Мы обязательно отмечаем такие усложненные методы. Но большинство описанных подходов исследования доступны каждой группе школьников, которые решили направить свои силы на помощь нашим водоемам.

И все же главное — это желание помочь вашей речке, вылечить ее. А сначала нужно понять, чем она больна и в чем причина болезни. Природа болеет в основном по вине людей и следы этой неразумной деятельности человека обычно нетрудно заметить.

Программа предлагаемых нами наблюдений включает в себя описание состояния берегов водных объектов и водосборных территорий, гидрологического режима, определение гидрохимических характеристик и качества воды, оценку экологического состояния водных объектов, проведение метеорологических наблюдений.

Желаем удачи!

1. Что мы знаем о воде

Жизнь на Земле зародилась и развивалась в воде доисторического океана. Прошли миллионы лет, но вода по-прежнему играет важнейшую роль в процессах жизнедеятельности организмов. Более 2/3 поверхности земного шара покрыто водой. Тело человека на 70 % состоит из воды, а у некоторых организмов содержание воды в тканях достигает 99 %! У наземных растений вода переносит питательные вещества и способствует поддержанию вертикального положения стеблей. Вода в почве — одно из важнейших условий ее плодородия, которое дает пищу людям и животным.

Вода — одно из самых распространенных в природе химических соединений. Водная оболочка земного шара — океаны, моря, реки, озера — называется *гидросферой*. В ней, по приблизительным оценкам, содержится 1,4-1,5 млрд. км³ воды. Всем известна химическая формула воды — H₂O, т.е. молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Это, на первый взгляд, простое химическое соединение, обладает массой удивительных свойств, которые во многом определяют облик нашей планеты. В условиях Земли вода может существовать в трех основных формах: в виде жидкости, в виде газа (водяной пар) и в твердом виде (лед). Вода обладает большой теплоемкостью, она медленно нагревается, а затем также медленно охлаждается, отдавая тепло в окружающую среду. Благодаря этому животные и растения в воде не испытывают таких резких колебаний температуры, как на суше. Океаны оказывают огромное влияние на распределение энергии на Земле и процессы формирования погоды.

При температуре 0°C вода превращается в лед, но при этом она обладает одним удивительным физическим свойством. Максимальную плотность вода имеет не в твердом виде, а в жидком состоянии при температуре 4°C. Благодаря этому даже в самых холодных районах мира глубокие водоемы не промерзают до дна. Лед, который легче воды, всегда остается на поверхности, а на дно опускается более плотная, охладившаяся до 4°C вода.

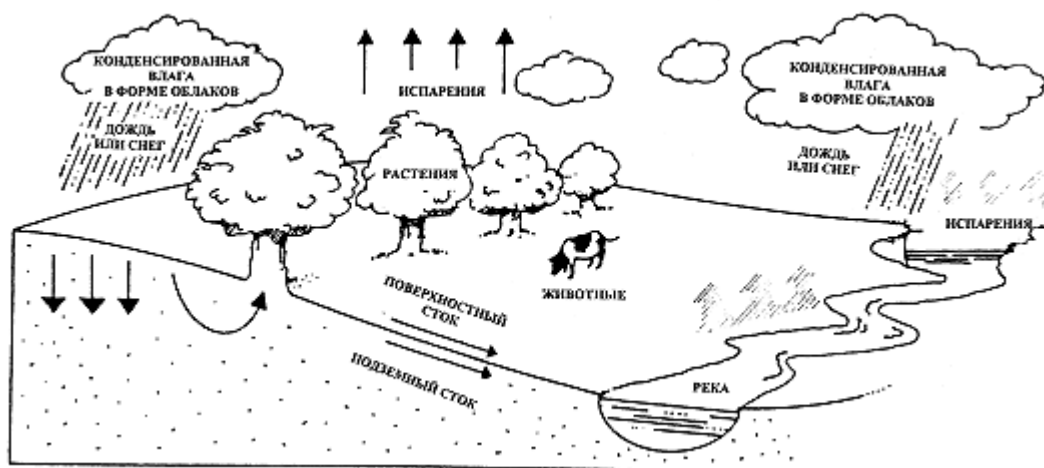


Рис. 1. Круговорот воды в природе

В окружающей нас природе вода находится в постоянном движении — и это лишь один из многих естественных круговоротов веществ в природе. Говоря «движение» мы имеем в виду не только движение воды как физического тела (течение), не только перемещение ее в пространстве, но, прежде всего, — переход воды из одного физического состояния в другое. На рисунке 1 вы можете видеть как происходит круговорот воды. На поверхности озер, рек и морей вода под влиянием энергии солнечных лучей превращается в водяной пар — этот процесс называется **испарением**. Таким же образом вода испаряется с поверхности снежного и ледового покрова, с листьев растений и с тел животных и человека. Водяной пар с более теплыми потоками воздуха поднимается в верхние слои атмосферы, где постепенно охлаждается и вновь превращается в жидкость или переходит в твердое состояние — этот процесс носит название **конденсации**. Одновременно вода перемещается с движением воздушных масс в атмосфере (ветрами). Из образовавшихся капель воды и ледяных кристаллов формируются облака, из которых, в конце концов, на землю выпадает дождь или снег. Вернувшаяся на землю в виде атмосферных осадков вода стекает по склонам и собирается в ручьях и реках, которые текут в озера, моря и океаны. Часть воды просачивается через почву и горные породы, достигает подземных и грунтовых вод, которые тоже, как правило, имеют сток в реки и другие водоемы. Таким образом, круг замыкается и может повторяться в природе бесконечно.

Однако человек своей деятельностью может нарушать естественный круговорот воды, например, когда он забирает огромные количества воды для своих бытовых нужд и для нужд промышленности. При этом в одних регионах наблюдается недостаток воды, а в других — избыток. Из-за нарушения естественного круговорота по существу погибает целое море — Аральское. Стремясь возможно большее количество воды пустить на благую цель — орошение пустынных регионов Средней Азии, — люди переступили невидимую границу допустимых изъятий воды из рек Аму-Дарья и Сыр-Дарья. Жестоким итогом этого стало иссушение значительной части Аральского моря. Дно стало пустыней. Увы, этот пример не единственный.

Но вода — это жизнь. Человек не может жить без нее, поэтому заботу о восстановлении и поддержании водных ресурсов планеты он должен взять на себя. Каждый из нас может принять участие в этом процессе, как сделали это участники проекта «Изучим экологию малых рек и озер» («Живая вода»). Опыт нескольких сотен серьезных и увлеченных людей в возрасте от 7 до 60 лет и старше показал нам, что самое важное — не бояться трудностей и не стесняться выразить себя, помогая людям заметить наши маленькие водные жемчужины, понять и разрешить их проблемы, а также создать для себя, других, и будущих поколений благоприятные условия жизни.

Залог успеха любой деятельности — обращение к опыту коллег и предшественников на выбранном поприще. Анализ накопленных знаний всегда поможет [выбрать лучшие способы для реализации ваших идей, учесть возможные трудности и правильно распределить ресурсы](#).

2. Планирование исследования водного объекта

Для того чтобы запланированное вами исследование экологического состояния реки, озера или пруда стало успешным, оно должно быть хорошо подготовлено и спланировано. Прежде чем отправиться с группой энтузиастов на природу, необходимо решить, с какой целью, что и как вы собираетесь делать. Подготовительный этап крайне важен, он поможет вам достичь желаемых результатов и использовать имеющиеся ресурсы максимально эффективным образом.

На предварительном этапе необходимо уточнить **цели и задачи** вашего исследования. Целью исследований может быть получение информации, связанной с конкретной проблемой состояния водного объекта или его берегов, и последующее представление этой информации для заинтересованных сторон (общественности, государственных органов), направленное на разработку и принятие мер по улучшению ситуации. Следует помнить также об образовательной и воспитательной функциях полевых исследований и активных действий по охране природы в развитии детей и подростков, а также взрослых. Тем не менее, важно не забывать и о том, что практическое применение выводов и результатов, полученных во время исследований, поможет им осознать значимость их работы и вовлечь их в экологически значимую деятельность и активную социальную жизнь.

Выбор водного объекта обычно связан с целями исследования, но если вашей целью является, например, ознакомление детей с экосистемой или просто водными организмами реки или озера, то в этом случае вполне подойдет близлежащий водоем при условии, конечно, что эти водные организмы в нем живут.

Кроме определения целей и объекта наблюдения, следует выбрать **параметры наблюдения**. Предварительный анализ ситуации с выбором параметров — важная часть этапа планирования, которая позволит реализовать ваши возможности с наибольшей пользой для задуманного вами дела. Для **предварительного анализа** ситуации очень важно и полезно собрать всю доступную информацию о предполагаемом объекте исследований. Прежде всего, вам понадобится карта исследуемого района, чем подробнее — тем лучше. Можно воспользоваться топографической картой, например, масштаба 1:200000 (т.е. 1 см на карте соответствует 2 км на местности). Если нет топографической или географической карты, можно использовать карты-схемы землепользования или лесных угодий, на которые нанесены водные объекты. Масштабы карт-схем обычно бывают от 1:10000 (в 1 см — 100 м) до 1:150000 (в 1 см — 1,5 км), что делает их очень удобными для маршрутных обследований. Такие карты-схемы могут находиться в органах местной администрации, куда вам стоит обратиться за помощью. Использование карт всегда оправдано; даже если вы собрались исследовать пруд в школьном дворе, то и в этом случае неоценимую помощь вам окажет план-схема школьного двора с нанесенными на него контурами пруда, местами расположения подсобных и основных помещений, сада, участков непродуманного использования территории (например, стихийных свалок).

Подобранные карты и схемы необходимо перекопировать на кальку и размножить (например, сделать ксерокопии) в таком количестве, чтобы их было не менее одного экземпляра на 2-х членов вашей исследовательской группы. На каждой копии **обязательно** должны быть указаны:

- название объекта исследований;
- масштаб;
- направление север-юг;
- названия нанесенных на карту населенных пунктов, рек, водоемов.

Копии и надписи на них должны быть выполнены простым карандашом или шариковой ручкой, потому что надписи, выполненные гелевыми ручками или фломастерами, легко размываются дождем или случайно брызнувшей водой. Карандаш лучше, так как им удобнее писать в полевых условиях, и он не размывается. Желательно, чтобы у каждого члена экспедиции был свой *полевой дневник*, в который (тоже карандашом или шариковой ручкой) записываются результаты наблюдений. Таким полевым дневником может быть небольшой блокнот.

Постарайтесь найти в библиотеке литературу, где есть описание вашей реки или озера. Полезно также просмотреть публикации местных газет за предыдущие годы, — это поможет вам узнать историю исследуемого объекта, возможные события, повлиявшие на его состояние, позиции местных жителей и государственных органов. Кроме того, информация об исследуемом объекте может содержаться не только в книгах и журналах, но и в отчетах о работе каких-либо организаций, занимающихся, например, природоохранной деятельностью (заповедники, национальные и природные парки, государственные службы и отделы охраны окружающей среды местных администраций). Много важной информации можно получить из личных бесед с людьми, хорошо знающими ваши места. Соберите интересные исторические сведения, легенды, сказки, в которых упоминается ваш водоем.

Теперь, когда общие сведения о водоеме вам известны, можно продумать полный перечень параметров наблюдений, которые вы можете осуществить. Кроме общих параметров, которые можно измерять при наблюдениях любых водных объектов, есть ряд специальных показателей, отражающих основные характеристики объекта исследования или факторы воздействия (причины), которые определяют изменения в состоянии природного объекта. Выбор их зависит от основных причин изменения состояния водного объекта и осуществляется во время предварительного анализа ситуации, а также может корректироваться при необходимости по мере проведения наблюдений.

По выбранным параметрам с использованием этой книги и других литературных источников можно определить **методы исследования** и то простое или сложное **оборудование**, которое вам потребуется во время наблюдений. Часть ссылок на полезные сборники методик исследования вы найдете в [Приложении 6](#). *Рекомендуемая литература*.

Итак, к целям, задачам, объекту и параметрам с методами осталось добавить время проведения исследований, маршрут, состав группы, и получится настоящая **программа исследований**. Конечно, при разработке программы важно помнить о ряде вещей, таких как возраст предполагаемой группы юных исследователей, трудность или легкость доступа к объекту и другие факторы. Например, дети младшего школьного возраста скорее всего не смогут пойти с вами в трехдневный поход с ночевками в палатках, если река находится в 20 км от вашего населенного пункта. Конечно, не всегда все так сложно, как в этом примере, — но если вы примете во внимание все обстоятельства, то успех экспедиции практически обеспечен.

Если вы действительно решили отправиться в самую настоящую экспедицию или просто поход, не забудьте сначала разработать примерный **маршрут** и **график движения**, распределить обязанности между членами экспедиции, составить подробный список необходимого оборудования и снаряжения (как экспедиционного, так и для исследований),

собрать это снаряжение. Не забудьте взять с собой такое количество взрослых помощников, чтобы вам было удобно работать с детьми, и можно было охватить вниманием всю группу.

Уточнив программу исследований, займитесь подготовкой необходимого оборудования. Многие из того, что понадобится вам в экспедиции, можно сделать своими руками и без больших материальных затрат. Описание различных способов приготовления оборудования изложено в соответствующих главах этой книги.

Внимательно изучив карту местности, проложите на ней предположительный маршрут вашей экспедиции. Многие в выборе маршрута зависят от вашего способа передвижения — по воде, пешком по берегу или тем и другим образом. Например, на берегу могут встретиться заболоченные участки или лесоповал, которые придется обойти, удаляясь от реки или озера — объекта вашего исследования. Но если у вас есть лодка или байдарка, то в некоторых случаях удобнее и полезнее для вашего обследования проплыть этот участок маршрута по воде. Сопоставьте ваши желания и ваши возможности и наметьте маршрут обследования. Вы всегда сможете внести в него необходимые изменения в процессе движения.

При нанесении маршрута на карту постарайтесь отметить заранее известные участки с повышенной опасностью для исследователей, — это могут быть овраги, крутые берега, омуты на реке, заболоченные места, густые заросли колючего кустарника и многое другое. Попробуйте посетить выбранный водный объект до того, как пойдете туда с группой детей. Это поможет вам не только лучше спланировать поход, но и выявить трудности, которые могут возникнуть на вашем пути. Опасности, которые вы предвидите, менее страшны и вполне преодолимы. Опасности, которыми пренебрегают, способны преподнести очень неприятные сюрпризы.

Обязательно запланируйте время для остановок на отдых — неприятности часто случаются тогда, когда дети устали или заскучали.

Важно продумать и **обеспечение безопасности** всех видов работ. Каждый из участников группы должен узнать и запомнить основные правила поведения у воды до начала исследований. Необходимо также заранее подготовить медицинскую аптечку, узнать, где есть ближайшие к местам предполагаемых стоянок и исследований населенные пункты и телефоны. Основные правила безопасности при работе на водных объектах описаны в [Приложении 1](#) и в сокращенном виде [в конце этой книги](#).

Проводить измерения на всем протяжении реки нерационально, поэтому подробное описание дается только для отдельных ее точек и *створов*. *Створами* называются воображаемые линии на поверхности воды, на которых проводят серии наблюдений. На реках такие створы назначаются *перпендикулярно направлению течения*. На остальном протяжении отмечаются лишь характерные особенности, которые заметны и без специальных исследований (например, сооружения: плотины, мосты, строения; заметные природные объекты: холмы, обрывы и пр.). Ориентируясь по имеющимся у вас картам, попробуйте наметить характерные точки и створы для проведения исследования заранее. Если вы изучаете реку, то наиболее целесообразным является выбрать положение точек для подробных исследований следующим образом:

- на расстоянии 100-200 м выше и ниже населенного пункта или сельскохозяйственного предприятия (считая от крайних домов и других построек),
- выше и ниже устья впадающих рек и ручьев,
- выше и ниже пересечения реки с автомобильной или железной дорогой, трубопроводом.

Если в реку сбрасываются сточные воды, то участок обследования ниже места сброса намечают там, где происходит полное смешение стоков с речной водой, примерно в 500 метрах ниже створа, где производится сброс сточных вод. Для малых рек этого расстояния вполне достаточно для полного смешения, однако для рек с плесами и водоемов (озер, водохранилищ) расстояние от места сброса до створа полного смешения может быть и другим, это зависит от скорости и характера течения реки, ряда других причин.

Теми же соображениями руководствуются при выборе точек наблюдения на озерах и прудах. Необходимо помнить, что если на выбранных участках реки или озера имеются заливы, то условия их существования значительно отличаются от условий потока реки или проточного водоема — это особенно важно при проведении гидрохимических и гидробиологических исследований.

Если река или озеро находятся недалеко от вашего дома или школы, то будет очень хорошо, если вы совершите с группой предварительное обследование водоема без использования каких-либо приборов или оборудования. Такое обследование позволит вам познакомиться с водным объектом и составить общее представление об его экологическом состоянии, а также уточнить место пунктов наблюдения.

И еще один полезный совет: потренируйтесь в проведении исследований до выхода в экспедицию. Рядом с домом или школой наверняка есть небольшое озерцо или ручей, а если уж нет, то ряд методов можно опробовать на водопроводной воде. Приобретенные навыки помогут вам сберечь время в экспедиции на множество полезных занятий: послушать птиц, тихонько понаблюдать за животными, полюбоваться растениями, поиграть и повеселиться на природе.

Перед выходом обязательно проверьте «экипировку» вашей группы, — все ли взяли с собой свитера, шапки, куртки, запасную одежду, обувь, носки. Промокшая одежда или обувь — не очень приятное обстоятельство. И даже если вы отправляетесь в путешествие в жаркий день, погода может быстро поменяться и застать вас врасплах.

Теперь давайте посмотрим, все ли нужное сделано:

- ✓ работа спланирована, известны цели и задачи;
- ✓ есть маршрут и предварительная карта, составлен график движения;
- ✓ выбрано достаточное количество взрослых помощников и определены ответственные за разные участки движения и виды деятельности;
- ✓ маршрут движения предварительно проверен, известны возможные опасности и способы их избежать;
- ✓ подобрано оборудование и снаряжение, рационально распределено по людям для переноса;
- ✓ есть аптечка со всем необходимым, руководителю и его помощникам известны способы оказания первой медицинской помощи, известно, где будет ближайший работающий телефон;
- ✓ дети и взрослые знают правила безопасности при работе у воды;
- ✓ все родители извещены о том, куда и на сколько идут их дети;
- ✓ у детей и взрослых есть теплая одежда, продукты;
- ✓ а у вас есть список детей с телефонами их родителей.

Итак, готовы? [В добрый путь!](#)

3. Метеорологические наблюдения

Реки, в том числе и малые, по образному выражению крупнейшего русского климатолога А.И. Воейкова, являются «продуктом климата», их жизнь во многом определяется его особенностями. Поэтому при изучении рек и других водоемов обычно выполняют и некоторые метеорологические наблюдения.

Необходимое оборудование для проведения метеорологических исследований:

- Термометр (для измерения температуры воздуха),
- барометр (для измерения величины атмосферного давления),
- гигрометр (для измерения влажности воздуха),
- анемометр и флюгер (для измерения скорости и направления ветра).

С помощью этих приборов вы можете оборудовать постоянную метеоплощадку, например, на школьном дворе, или использовать их во время экспедиций. Метеорологические наблюдения принято проводить три раза в день — в 8, 14 и 20 часов (т.е. утром, днем и вечером). Вы можете подобрать для себя более удобный график, главное — не забывать указывать точное время ваших наблюдений. Обычно метеонаблюдения выполняют по следующему плану:

1. За 30 мин до начала срока наблюдения отмечают атмосферные явления — это все виды осадков (дождь, морось, роса, снег), туманы, электрические явления (гроза, зарницы), а также шквалы, смерчи и т.п. Укажите интенсивность осадков — сильный дождь, моросящий, ливень, идет весь день, продолжался 10 минут и т.п.

2. Затем определяют *скорость и направление ветра*. Скорость ветра измеряют в м/с и используют для этого специальные приборы — *анемометр* и *флюгер*. У анемометра имеется специальная вертушка, которая вращается под действием ветра — чем сильнее ветер, тем больше скорость вращения. У флюгера скорость ветра определяют по величине отклонения специальной дощечки от вертикального положения — чем больше отклоняется дощечка, тем больше скорость ветра. Иногда скорость ветра определяют в баллах — от 0 (штиль, безветрие) до 12 (ураган). Эта условная градация называется *шкалой Бофорта* по имени предложившего ее в 1806 году английского ученого Ф. Бофорта и используется до сих пор, прежде всего моряками. Если у вас на вооружении нет никакого прибора для измерения скорости ветра, то ее можно оценить по косвенным признакам ([см. табл. 1](#)). Если же у вас нет возможности наблюдать какие-либо из указанных признаков (например, вы стоите посреди поля, поблизости нет ни деревьев, ни водоемов, у вас нет спичек, флагов и т.п.), укажите силу ветра по собственному впечатлению: сильный, умеренный, слабый или штиль (тихо).

Таблица 1. Определение скорости ветра

Балл	Название (по Бофорту)	Скорость, м/с	Признаки
0	Штиль	0...0,5	Дым поднимается вверх, флаг висит, поверхность воды зеркальная
1	Тихий	0,5...2,0	Дым слабо отклоняется, шелестят листья, слабо отклоняется пламя спички или свечи, плавно колеблется поверхность воды
2...3	Слабый	2...5	Качаются тонкие ветви, флаг развеивается, пламя свечи быстро гаснет, заметные волны на воде
4	Умеренный	5...8	Раскачиваются большие ветви, флаг вытягивается, поднимается пыль, появляются волны с барашками

5	Свежий	8...10	Раскачиваются тонкие стволы, свистит в ушах, наблюдаются многочисленные барашки на волнах
6...7	Сильный	10...15	Раскачиваются деревья, флаг хлопает и срывается, тонкие деревья гнутся, ветер срывает с поверхности воды белую пену
8...9	Крепкий или шторм	15...20	Ломаются тонкие деревья, трудно передвигаться против ветра, повреждаются крыши, волны большой величины
10...12	Ураган	Более 20	Сильные разрушения, наблюдения невозможны

Направление ветра определяют по *флюгеру* и выражают в *румбах*, т.е. направлениях относительно сторон света. Важно при этом всегда помнить, что за направление ветра принимается то, **откуда** дует ветер. В румбах направление ветра записывают следующим образом: северный — С, южный — Ю, западный — З, восточный — В, северо-западный — С-З, северо-восточный — С-В, юго-западный — Ю-З, юго-восточный — Ю-В.

Настоящий флюгер, который используют на метеоплощадках, делают на заводе и он имеет достаточно сложную конструкцию. Более простой, но вполне надежный флюгер можно изготовить самостоятельно. Для этого вам потребуются следующие материалы:

- Деревянная дощечка.
- Толстый гвоздь или деревянный штырь.
- Легкая металлическая или гладкая пластмассовая трубка с отверстием с одной стороны (например, футляр от медицинского термометра).
- Толстая «соломинка» для коктейля или тонкая деревянная палочка или щепка.
- Тонкий картон (подойдет пакет из-под молока или сока).
- Резиновое кольцо (тонкая резинка).
- Клей, ножницы.

Как изготовить флюгер

- Подберите толстый гвоздь или деревянный штырь с таким расчетом, чтобы металлическая трубка с глухим концом могла на нем свободно вращаться, но не очень раскачиваться.
- На дощечке отметьте стороны горизонта, а в центре укрепите гвоздь или деревянный штырь ([рис. 2а](#)).
- При помощи резинового кольца закрепите «соломинку» или палочку горизонтально на верхней части металлической трубки и наденьте трубку на штырь (или гвоздь).
- Из тонкого картона вырежьте небольшой наконечник и оперение стрелы и приклейте их к «соломинке» (палочке) ([рис. 2б](#)). Наконечник можно вставить в слегка надрезанный конец «соломинки».
- С помощью компаса сориентируйте готовый флюгер по сторонам света.
- Под действием ветра стрелка такого флюгера будет устанавливаться навстречу ветру, т.е. своим наконечником будет указывать, **откуда** дует ветер, т.е. его направление. Этот флюгер можно держать в разобранном состоянии, а в нужное время и в нужном месте его легко собрать и установить. При установке флюгера следите за тем, чтобы дощечка была горизонтальна и не забывайте ориентировать его относительно сторон горизонта.
- За неимением флюгера направление ветра можно определить старинным «пиратским» способом — облизать палец (обязательно чистый!) и поднять его вверх, а румб ветра определить по компасу. Можно оценить направление ветра и с помощью легких пушистых семян одуванчика, правда для этого ветер должен быть не очень слабым.

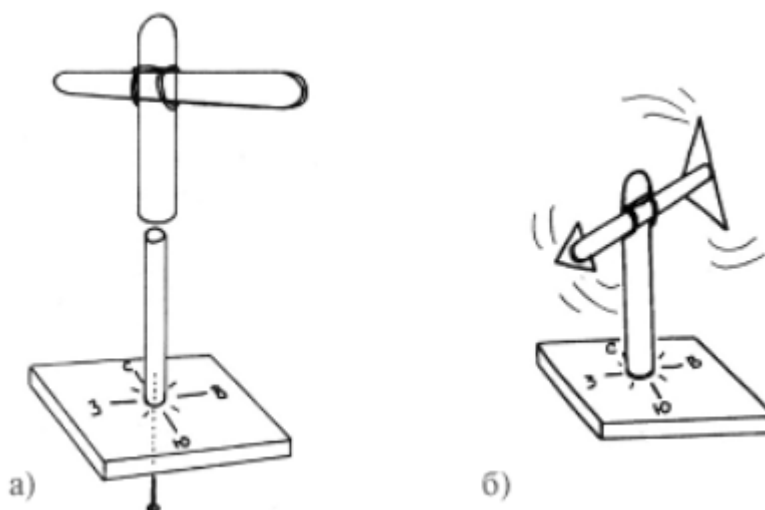


Рис. 2. Как изготовить флюгер.

3. Далее необходимо указать наличие облачности и ее степень в баллах. Степень облачности определяется по десятибалльной шкале от 0 до 10 следующим образом:

	ясно	0 баллов,
незначительная облачность	1-4 баллов,	
половина неба в облаках	4-6 баллов,	
Облачно с просветами	7-9 баллов,	
Пасмурно	10 баллов.	

Выполнение первых трех пунктов плана займет у вас некоторое время — примерно те самые 30 минут, о которых говорится в пункте 1. После этого:

4. В срок наблюдения (8 часов, 14 часов, 20 часов или в соответствии с вашим графиком) фиксируют *температуру* воздуха в $^{\circ}\text{C}$. Температуру измеряют термометром, выбирая для этого затененное место, куда не попадают прямые солнечные лучи. В противном случае термометр нагреется и будет показывать не температуру воздуха, а свою собственную. В тени термометр надо выдержать до тех пор, пока его столбик не остановится и показания не будут постоянными в течение 1 минуты.

Внимание! Необходимо использовать только спиртовой термометр, так как многие бытовые термометры содержат ртуть — очень токсичное и легколетучее вещество. Стекло термометра может разбиться, а ядовитое вещество — попасть в организм детей.

5. Отмечают значения *влажности воздуха* (в %) и атмосферного давления (в миллиметрах ртутного столба — *мм. рт. ст.*). Для измерения влажности воздуха служит специальный прибор — *гигрометр* (от греческого слова *гигрос* — «влажный»). Величину атмосферного давления определяют по *барометру* (от греческого *барос* — «тяжесть»). Эти приборы могут иметь различное устройство и быть достаточно сложными. Для ваших работ вполне подойдут те, которыми мы пользуемся в своих домах и квартирах. Удобно, если такой бытовой прибор одновременно показывает и температуру, и величину атмосферного давления и относительную влажность воздуха. Прибор выдерживают в затененном месте — об этом говорилось в п. 4. Это важно не только для определения температуры, но и влажности воздуха. Если давление воздуха заметно изменяется только на больших расстояниях, то значения влажности воздуха гораздо более изменчивы. Влажность воздуха в

квартире или в рюкзаке, в котором вы несли прибор не соответствует влажности воздуха на лесной поляне или берегу озера.

Результаты метеорологических наблюдений записываются простым карандашом в журнал в форме [таблицы 2](#).

Старайтесь придерживаться приведенного плана метеорологических наблюдений. Если по каким-то причинам вам это не удастся — проведите их тогда, когда это будет возможно, указав время и место наблюдений. В столбце «Примечания» отметьте причину, по которой не удалось выполнить наблюдения вовремя или в полном объеме (например, «Не работает термометр, температуру воздуха определить не удалось»).

Таблица 2. Результаты метеорологических наблюдений

Место наблюдения.....

1	Дата			
2	Время			
3	Облачность, баллы			
4	Атмосферное давление, Р, мм. рт. ст			
5	Скорость ветра, V, м/с			
6	Температура воздуха, t, °С			
7	Влажность воздуха, r, %			
8	Атмосферные явления			
9	Ф.И.О. наблюдателя			
10	Примечания			

Интересно определить величину рН (как определяется рН — см. далее, [в главе 6. Гидрохимические наблюдения](#)) в выпавших осадках (дожде или снеге). Для многих промышленных регионов значимой является проблема *кислых дождей*, для которых характерна величина $\text{pH} < 5$. (величина рН чистого снега или дождя — 5,65). Чаще всего закисление происходит там, где работают металлургические, энергетические и химические предприятия. Промышленные выбросы этих предприятий содержат вещества, которые при растворении в воде образуют кислоты (сернистый газ, оксиды азота и др.). Кроме них, в выбросах могут содержаться пылевые частицы, соединения тяжелых металлов, вредные органические вещества. Эти выбросы могут переноситься ветром на значительные расстояния и оказывать вредное воздействие не только на прилегающие территории, но и на удаленные районы. Деятельность некоторых других промышленных производств, в частности, цементных производств или котельных, наоборот, может приводить к защелачиванию атмосферных осадков, например, снега, когда величина $\text{pH} > 5,65$. Так, в зоне влияния этих производств величина рН снега может составлять до 6,5.

Для того, чтобы отобрать пробу дождевой воды, понадобится стеклянный химический стакан или обычная банка с широким горлом. Эту посуду необходимо вымыть и ополоснуть дистиллированной водой, а затем дождевой. Если дистиллированная вода не доступна, можно использовать чистую кипяченую воду, только в этом случае нужно еще тщательней промывать посуду исследуемой водой.

Подготовленная посуда устанавливается под дождем на открытой площадке, вдали от деревьев и домов. Сразу после окончания дождя определите величину рН в собранной воде тем же способом, которым вы определяете рН в реках, например, с помощью индикаторной бумаги или специальным прибором рН-метром, если есть такая возможность. Кроме того,

измерив высоту образовавшегося в вашем стакане или банке слоя воды (в миллиметрах), вы сможете оценить и количество выпавших осадков. Важно только в этом случае **обязательно** указать период наблюдений, отметив с какого и по какое время ваша мерная посуда находилась на открытой площадке (например, «В период с 14.30 до 18.00 выпало 6 мм осадков»). Запишите в вашем дневнике измеренное значение рН дождевой воды, при этом укажите время, когда шел дождь, его продолжительность, интенсивность дождя (моросящий, слабый, сильный, ливень) и направление ветра.

Чтобы измерить величину рН снега, отберите пробу в чистую посуду, ополоснутую растопленной снеговой водой, прикройте ее сверху (можно листом бумаги) и дайте снегу растаять при комнатной температуре, а затем определяйте рН в талой воде обычным способом. При отборе пробы важно собрать не верхний или средний слой снега, а представительную пробу по всей высоте снежного покрова, поэтому пробоотбор можно проводить с помощью металлической трубки из нержавеющей стали. Погрузив трубку в снег до упора, откопайте трубку деревянной или стальной лопаткой, подведите лопатку снизу и выньте трубку вместе с пробой снега. Осторожно осмотрите дно снежного столбика, удалите землю и засохшие травинки, если они есть, и аккуратно перенесите пробу в подготовленную для этого посуду. Для более полного перенесения пробы можно пропихнуть снежный столбик чистой стальной трубкой чуть меньшего диаметра с запаянным концом или просто резко постучать по стенкам вашего импровизированного пробоотборника.

Отметив высоту погружения столбика в нескольких местах в конце февраля - начале марта и вычислив среднее значение, можно получить высоту снежного покрова, выпавшего за холодный период года. Сравнение этого показателя по годам поможет определить более или менее снежные годы, подскажет, сколько воды будет в половодье. Более подробную информацию о пробоотборе и исследованиях снежного покрова можно найти в книге [Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. — Л.: Гидрометеиздат, 1985.], см. [Приложение 6. Рекомендуемая литература](#).

4. Изучение малой реки

Прежде чем приступить к изучению малых рек*, каналов, ручьев (водотоков), необходимо тщательно спланировать исследования в порядке, изложенном в главе 2. *Планирование исследования водного объекта*. Кроме того, постарайтесь запомнить простые правила безопасности на воде, следование которым позволит избежать вашей группе непредвиденных обстоятельств и несчастных случаев. Правила безопасности для детей при работе на воде в сокращенном виде помещены в [конце этой книги](#), более подробные рекомендации по безопасности изложены в [Приложении 1](#).

Описание маршрута

Выйдя на местность и продвигаясь по проложенному маршруту, старайтесь отмечать на подготовленных копиях плана или карты **все важное**, что попадает в поле вашего зрения. Для более удобного и быстрого нанесения всех деталей пользуются условными топографическими знаками (рис. 3). При необходимости вы можете придумать свои знаки и добавить их к этому списку. Только обязательно укажите все использованные знаки в правом или левом нижнем углу карты (из соображений удобства) и напишите пояснения к ним, чтобы картой могли пользоваться ваши коллеги и последователи.

Подробные топографические карты со временем устаревают — там, где в прошлом году был небольшой лесок, сегодня могут оказаться дачные участки. Поэтому вы сможете уточнить имеющиеся у вас планы и схемы, а кроме того, составить карты-схемы «белых пятен» — не

исследованных ранее участков. Сравнение нескольких топографических карт прошлых лет поможет вам увидеть изменения характера использования земли вокруг водного объекта, и вполне возможно, понять причины изменения его состояния в прошлом, качества воды.

Кроме того, стоит взять за правило записывать в полевой дневник все, что показалось вам важным или интересным. Например: «за поворотом река стала заметно шире», «примерно в 300 м от берега расположена ферма», «на противоположном берегу появились густые заросли кустарника», «посередине реки расположен небольшой остров, длиной около 20 м и шириной около 5 м», «вода стала очень грязной, изменился ее запах (цвет, мутность...), много мусора» и т.п. При обследовании долины реки интерес представляют как природные особенности ее строения, так и хозяйственное использование долины реки, а также его экологические последствия. В том числе: местоположение источников загрязнения, например хозяйственные постройки, дороги, места складирования, гаражи, свалки мусора или отходов, пристани, наличие набережных и бетонированных берегов. Можно описать характер мусора, так как он говорит о причине возникновения свалок и о том, как можно их избежать в дальнейшем.

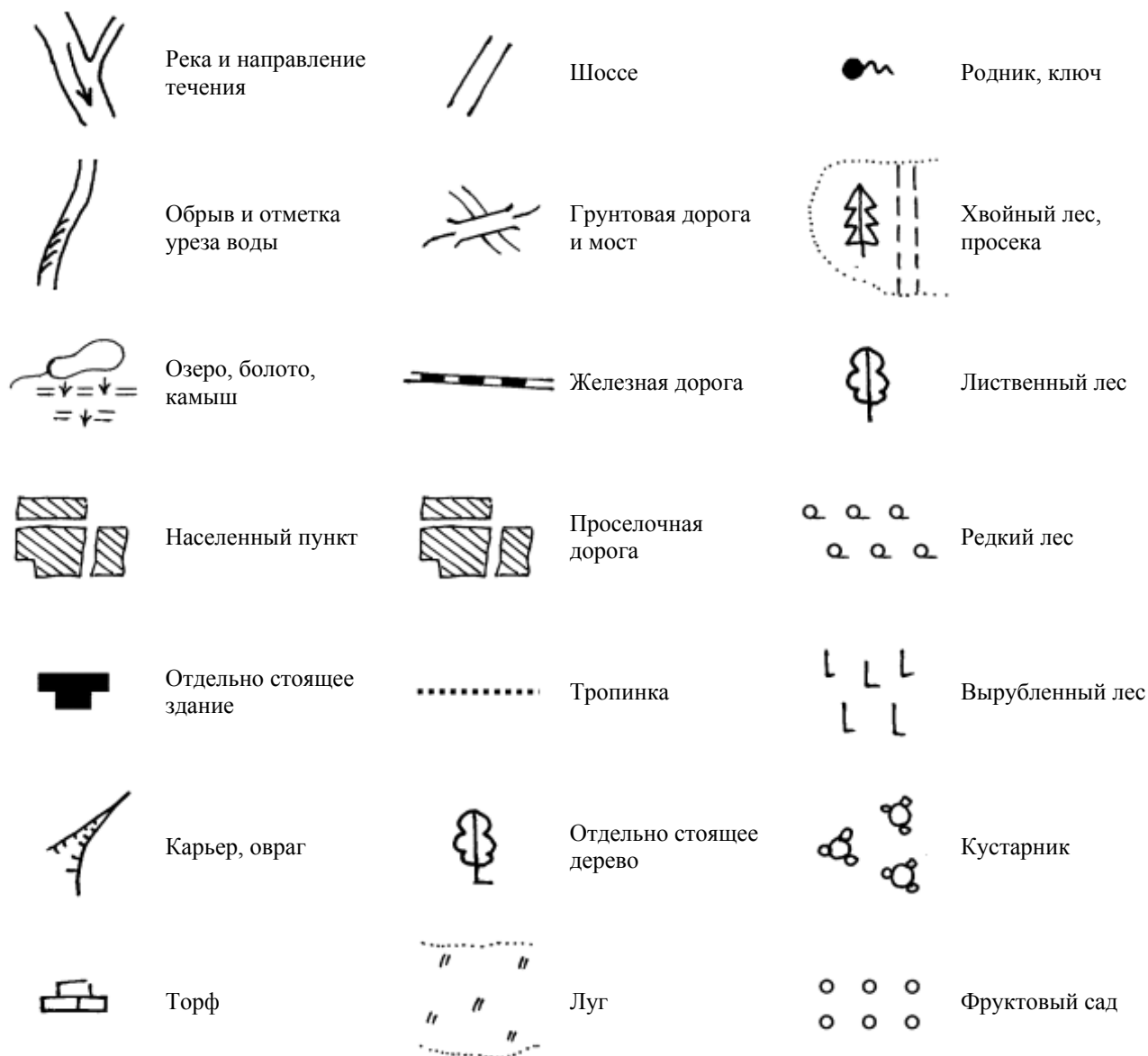


Рис. 3. Условные топографические знаки

Например, рядом с излюбленным местом стоянки байдарочников вы нашли много мелких свалок консервных банок, фольги, полиэтиленовых пакетов. Чтобы избежать образования таких свалок в дальнейшем, на краю стоянки, подальше от уреза воды, можно вырыть небольшую яму, выложив ее дно и стены глиной или просто уплотнив землю. Если добавить к этому табличку, сделанную из деревянных дощечек, с надписью «место для мусора», то в будущем многие люди смогут аккуратно собирать мусор, а не разбрасывать его.

Делать эти записи надо непосредственно на месте, не откладывая «на потом», так как многие интересные детали быстро забываются. Особенно полезными окажутся эти записи, если вы повторите обследование через некоторое время — в следующем месяце, в следующем году. Сравнив свои записи и нарисованные вами планы местности с новыми результатами, вы сможете оценить изменения, происшедшие с рекой, с ее экологическим состоянием. Кроме того ценной информацией могут быть фотографии тех мест, где проходил ваш маршрут, сделанные в разное время. Фотосъемка — очень полезный метод исследования, он помогает запечатлеть не только то, как вам было весело в походе, но и ваши действия в помощь реке, а также обнаруженные доказательства положительного или отрицательного воздействия человека на состояние реки.

Приступая к подробному описанию участка маршрута, необходимо как можно точнее сориентироваться по карте и отметить на ней свое местоположение. Все точки и створы, на которых вы работаете и которым даете подробное описание, надо пронумеровать по порядку движения по маршруту.

Целесообразно перед проведением обследования подготовить специальные бланки для записи результатов наблюдений. В приложении 2 приводится один из возможных вариантов таких экологических паспортов. Вы можете внести в него дополнительные разделы, на ваш взгляд важные и необходимые.

Строение речной долины

Речная долина состоит из следующих основных элементов ([рис.4](#)):

- **русло** — самая низкая часть долины, занятая водным потоком;
- **пойма** — нижняя часть речной долины. В половодье пойма обычно заливается водой и в естественном состоянии занята лугами. Очень часто в долине можно наблюдать два уровня пойм — высокий и низкий. **Низкая пойма** заливается в половодье ежегодно. **Высокая пойма** покрывается водой лишь раз в несколько лет при самых больших подъемах воды. Пойма может располагаться как с обеих сторон русла, так и только с одной стороны. В этом случае русло прижимается к одному из **склонов** долины. Сложены поймы речными наносами, которые называются **аллювием** (от латинского слова «аллювио» — наносы, смыв);
- **террасы** — расположенные на склонах речной долины выше поймы естественные горизонтальные или слабонаклоненные площадки различной ширины. Обычно террас в долине бывает несколько и они ступенями спускаются к пойме. В прошлом любая терраса была поймой, но по мере углубления дна речной долины она перестала заливаться водой в половодье и превратилась в надпойменную террасу. Уступы, которыми террасы отделяются друг от друга называются склонами террасы.
- В речной долине могут также встречаться **старицы** — полностью или частично отделившийся от реки участок ее прежнего русла, которые представляют собой сильно заросшие или зарастающие заливы и озера.

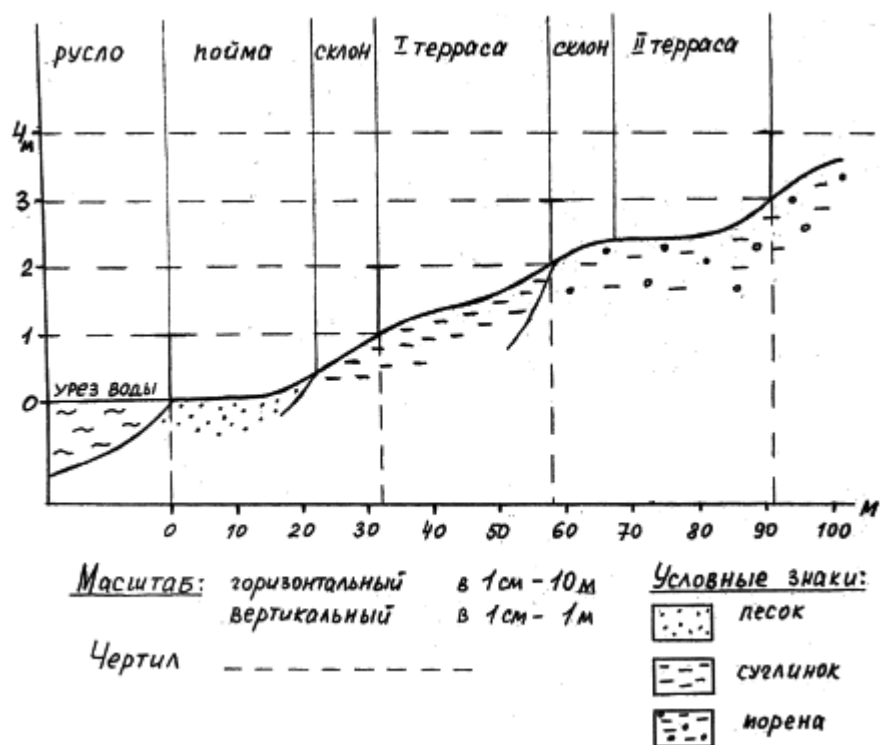


Рис. 4. Профиль речной долины и ее основные элементы

Изучение речной долины надо начинать с выбора точки, с которой будут хорошо видны все ее элементы: пойма, террасы и склоны берегов. Их границы сначала можно определить на глаз и нанести на план или карту. Затем можно выполнить **нивелирование** склона и получить более точные данные об элементах речной долины. Нивелированием называют определение высоты точек земной поверхности (в нашем случае — берега реки) относительно некоторой выбранной точки.

Для выполнения нивелирования вам понадобится **нивелир**. Настоящий нивелир — это сложный оптический прибор, но для ваших исследований вполне подойдет другое несложное приспособление. Такой простейший нивелир представляет собой рейку высотой в 1-1,2 метра, к которой сверху прикреплена поперечная перекладина длиной 30-40 см (рис. 5а). На концах перекладины по центру вбиваются небольшие гвоздики, которые служат для того, чтобы ориентировать нивелир по выбранному направлению. При изучении малых рек такого простого устройства вполне достаточно для получения хороших результатов.

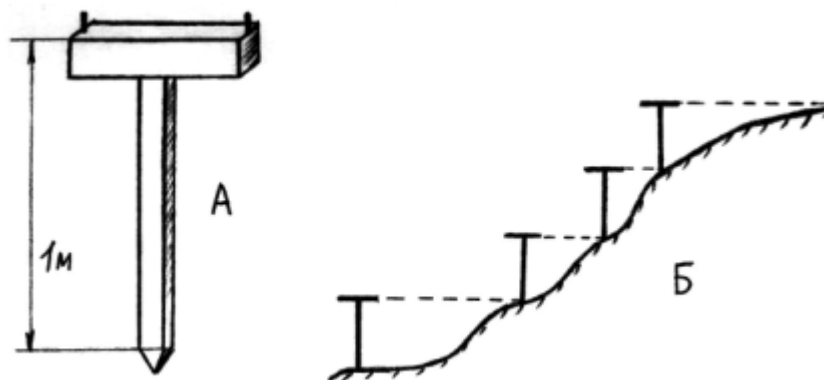


Рис. 5. Простейший нивелир (а) и измерения с помощью нивелира (б)

Нивелирование ведется по выбранным линиям — профилям, которые закладываются поперек долины и в тех местах, где, по вашему мнению, лучше всего выражены отдельные ее

элементы, т.е. пойма, склоны, террасы. Измерения следует начинать от самой низкой части долины — от уреза воды. Начальная точка стояния у воды отмечается палкой, веткой дерева или каким-либо другим заметным предметом и в эту точку строго вертикально устанавливается нивелир. Вертикальность нивелира регулируется по *отвесу* — его можно сделать из бечевки или крепкой нитки, привязав к ней металлическую гайку. Затем выбирается направление профиля — при этом тоже удобно ориентироваться на какой-либо хорошо заметный предмет. Им может быть дерево, дом, опора линии электропередач и т.п.

Один из членов бригады направляет нивелир по выбранной линии профиля таким образом, чтобы оба гвоздика находились на линии его взгляда. В том месте, где взгляд наблюдателя пересекает склон берега второй член бригады устанавливает вешку. Превышение точки, отмеченной вешкой над точкой установки нивелира равно высоте самого нивелира. Теперь необходимо замерить рулеткой расстояние между этими двумя точками и занести все полученные данные в журнал в форме [таблицы 3 \(строки 1, 2, 3, 4\)](#). В строке «Относительная высота» указывают превышение данной точки над точкой начала профиля, т.е. над урезом воды. Если вы работали с нивелиром высотой 1 м, то, начиная со второй точки (при том, что первая точка — это урез), относительная высота будет составлять 1м, 2м, 3м и так далее.

По результатам нивелирования чертят профиль долины ([см. рис. 4](#)). Подберите горизонтальный и вертикальный масштабы вашего чертежа. Для удобства вертикальный масштаб обычно берут в 5-10 раз больше, чем горизонтальный. Например, при горизонтальном масштабе 1:1000 (в 1см — 10 м) вертикальный масштаб будет 1:100 (в 1 см — 1 м). Удобнее всего чертить такой профиль на миллиметровой бумаге. По горизонтали откладываются значения из строки 3 (расстояние от предыдущей точки), а по вертикали — из строки 4 (относительная высота). Полученные точки соединяются между собой от руки. **Обязательно** подпишите ваш чертеж: укажите масштаб, местоположение створа, дату выполнения нивелирования и имена и фамилии всех участвовавших в работе. Если профилей несколько, то их можно пронумеровать и даже дать им названия.

Постарайтесь на вычерченном профиле выделить элементы долины — пойму, террасы, склоны ([рис.4](#)).

Таблица 3. Результаты нивелирования долины р. Шустрая

Местоположение профиля Дата.....

1	№ точки			
2	Расстояние от начала профиля, м			
3	Расстояние от предыдущей точки, м			
4	Относительная высота, м			
5	Состав слагающих пород			
6	Увлажнение берега			
7	Растительность			
8	Животные и их следы			
9	Экологические нарушения			
10	Элемент рельефа			

Состояние реки.....

Выполнил.....

Одновременно с нивелированием склона в журнале отмечают и некоторые характерные особенности участков берега.

В строке «Состав слагающих пород» укажите, чем сложен берег в данном месте. Это может быть *песок, супесь, суглинок, глина*. Определяют состав пород, растирая щепотку почвы в ладони. Все хорошо представляют себе, как выглядит песок, он легко растирается в ладони. Супесь растирается так же легко, но при этом на руке чувствуется незначительное количество мягких пылевато-глинистых частиц. В суглинках этих частиц значительно больше, а глинистые почвы растираются с большим трудом или не растираются совсем.

Дополнительно можно использовать следующий метод. Небольшое количество почвы увлажняют и скатывают в шарик диаметром 1-2 см. Затем шарик раскатывают в шнур, который потом пытаются согнуть в кольцо. Из песка скатать шарик не удастся. Из супесчаной почвы можно получить только легко рассыпающийся шарик, а шнур скатать нельзя. Шнур из суглинистой почвы получается хорошо, но при сгибании в кольцо разламывается или покрывается трещинами. Если мы имеем дело с глиной, то она легко скатывается и в шарик, и в шнур, который при сгибании в кольцо не ломается и не растрескивается.

Далее, руководствуясь [табл. 4](#) и результатами ваших опытов, определите, чем сложен берег.

Таблица 4. Определение механического состава слагающих пород

Шарик	Шнур	Определяемая порода
Скатать не удается	-	Песок
Легко рассыпается	Скатать не удается	Супесь
Скатывается хорошо	При сгибании разламывается или покрывается трещинами	Суглинок
Легко скатывается	Гладкий, эластичный, при сгибании не ломается и не растрескивается	Глина

Обычно различные элементы речной долины отличаются друг от друга, в том числе и особенностями слагающих их пород. Так, для поймы характерны песчаные отложения. Террасы, как правило, сложены несколько другим материалом. В них присутствует гораздо больше глинистых частиц — это могут быть суглинки или супеси. Отложения могут быть неоднородны по своему составу. Во многих районах нашей страны часто встречаются ледниковые отложения — *морены*. Обычно они представляют собой различные суглинки с включениями гальки и валунов и характерны для речных террас и склонов. Определив состав слагающих берег пород, вы сможете еще раз уточнить, правильно ли вы выделили элементы речной долины.

В строке «Увлажнение» [таблицы 3](#) укажите, является ли берег в данном месте сухим (недостаточное увлажнение), нормальным, влажным после дождя или половодья (временное избыточное увлажнение) или болотистым (постоянное избыточное увлажнение).

В строке «Растительность» отмечается тип растительности (луг, кустарник, лес, болото), основные виды растений, например, лес может быть лиственным, хвойным или смешанным. Если замечены проявления жизнедеятельности животных, например, кротовины, следы птиц и т.п., то их фиксируют в строке 8.

«Экологические нарушения» (строка 9) — это вмешательство человека, проявления его деятельности, изменяющие естественное состояние берегов. Они могут быть разнообразны: карьеры, свалки мусора, порубки деревьев, кострища, разрушенный почвенный слой, пятна мазута на траве, забетонированные берега (набережная) и т.д.

Заполните строку «Элемент рельефа» по результатам ваших наблюдений на берегу.

После заполнения таблицы обязательно укажите, как вы оцениваете общее состояние реки и качество воды в ней.

Обратите внимание, что для удобства таблицу можно перевернуть и названия граф записывать не по строчкам, а по столбцам. Тогда описания проб будут располагаться по строчкам. Рисуйте и заполняйте таблицы так, как вам удобно, только помните, что они должны быть понятны не только вам, но и другим исследователям.

Гидрологический режим

Вид реки, количество воды в ней, скорость ее течения значительно изменяется в течение года. Эти изменения связаны, прежде всего, со сменой сезонов года, с таянием снега, засухами, дождями, — т.е. теми естественными факторами, которые определяют поступление в реку питающих ее вод. Характерные особенности изменения состояния реки во времени называются ее *гидрологическим режимом*. Высота поверхности воды в сантиметрах, которую отсчитывают от некоторой принятой постоянной отметки, называется *уровнем воды*. В годовом цикле жизни реки обычно выделяют такие основные периоды (их называют *фазами гидрологического режима*):

1. половодье;
2. паводок;
3. межень.

Половодье — это время самой большой водности реки. В Европейской части нашей страны половодье обычно приходится на время весеннего снеготаяния, когда потоки талой воды со всего водосбора устремляются к руслу главной реки и ее притокам. Количество воды в реке увеличивается очень быстро, река буквально «вспухает», может выйти из берегов и затопить пойменные участки. Половодье регулярно повторяется каждый год, но может иметь различную интенсивность.

Паводки представляют собой быстрые и сравнительно кратковременные подъемы уровня воды в реке. Они происходят, как правило, в результате выпадения дождей, ливней летом и осенью или во время оттепелей зимой. Паводки обычно случаются каждый год, но, в отличие от половодья, они нерегулярны.

Межень — самая маловодная фаза водного режима. На наших реках различают два периода межени — летнюю и зимнюю. В это время атмосферные осадки не могут обеспечить достаточного питания реки, количество воды в ней значительно уменьшается, большая река может превратиться в маленький ручеек и жизнь в ней поддерживается в основном за счет подземных источников питания — родников и ключей.

Хозяйственная деятельность человека на водосборе реки и ее берегах также оказывает влияние на гидрологический режим. Осушение болот, отбор воды для бытовых и промышленных нужд, сбросы сточных вод и т.п. приводят к изменению водности реки. Особенное внимание нужно обратить на случаи, когда идет забор воды на хозяйственные нужды с водосбора одной реки, а используется вода или возвращается в природу — в водосборе другой. Это сильно влияет на природное распределение воды и может приводить к осушению одних территорий и заболачиванию других.

Непродуманные действия человека могут нарушать естественный ход смены фаз водного режима. Известны случаи, когда на малых реках, протекающих в пределах населенных пунктов, неожиданно возникают паводки, вызванные большими сбросами сточных вод промышленных предприятий. Такие изменения сказываются на способности реки к

самоочищению и оказывают влияние на качество воды в ней. Поэтому изучение колебаний уровня воды на реках и озерах имеет большое научное и практическое значение.

Наблюдения за уровнем воды

Организовать наблюдение за уровнем достаточно просто и вполне по силам школьникам и студентам. Данные о регулярных измерениях уровня с точным указанием местоположения створа, времени проведения наблюдения и особенностей погоды представляют собой ценную информацию, и чем больше становится ряд этих наблюдений, тем большую ценность они приобретают.

Государственные посты наблюдений за уровнем состоят из специальных приспособлений для измерения уровней, например *реек* или *свай*. Эти рейки и сваи надежно закреплены, чтобы выдержать сильное волнение и ледоход. Каждый пост имеет свою точную топографическую отметку (высоту над уровнем моря), что дает возможность сравнивать показания разных постов между собой и оценивать общую ситуацию на территории водосбора, бассейна и т.п. Если в вашем районе, на вашей реке или озере такой государственный водомерный пост отсутствует, можно организовать свой временный водомерный пост. Конечно, его данные нельзя будет сравнить с данными наблюдений системы государственной гидрометеослужбы, поскольку для этого придется выполнить сложные геодезические измерения. Тем не менее, вы сможете проследить изменение уровня воды в реке от сезона к сезону и от года к году. Пост можно использовать и как место взятия проб при гидрохимических наблюдениях.

Самым удобным способом обустройства водомерного поста является использование постоянной рейки, закрепленной на опоре моста через реку (рис. 6б). На рейку наносится разметка на деления, желательна яркой масляной краской, — чтобы не смывалась водой и была хорошо заметна издали. Рейка устанавливается на стороне моста, обращенной вниз по течению, чтобы во время ледохода ее не сломало и не сорвало проходящими льдинами.

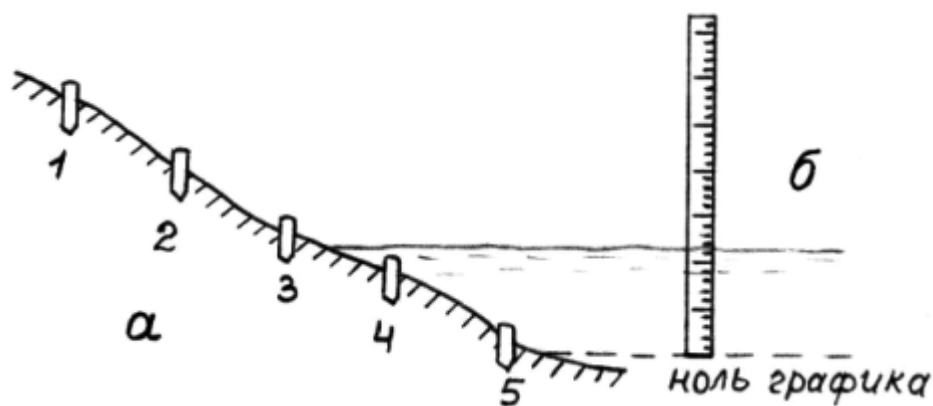


Рис. 6. Устройство водомерных постов (а — свайного, б — реечного)

Измерения уровня надо проводить с точностью до одного сантиметра. За начальную отметку измерений принимают отметку ниже самого низкого уровня. Ее лучше всего отметить в конце лета, в период глубокой межени. Эту начальную высоту называют *нулем графика* и все остальные уровни измеряются в превышении над ним.

По-другому выглядит свайный водомерный пост (рис. 6а). Сначала одна свая устанавливается на уровне нуля графика (5-ая на рисунке 6а). Затем выше нее, через определенную высоту (0,5 м, 1 м) с помощью нивелира устанавливаются другие сваи. Чтобы сваи дольше не гнили, их можно обжечь на костре или несколько раз обмазать растительным маслом и дать маслу впитаться. Еще лучше забить в землю обрезки металлических труб, а в

них укрепить деревянные сваи. На верхний конец сваи можно надеть насадку, вырезанную из использованной полиэтиленовой посуды. Получается красиво и прочно, а главное — такие сваи хорошо заметны. Затем сваи нумеруются по порядку сверху вниз, и для каждой отмечается ее высота относительно нуля графика. Для определения уровня водомерную рейку (можно использовать простую линейку) ставят на ближайшую к берегу погруженную в воду сваю, и замечают отметку уровня воды. К относительной высоте сваи прибавляют измеренную высоту воды над сваей и получают отметку уровня воды. Например, свая № 4 находится на высоте 100 см над нулем графика и скрыта под водой на 12 см. Следовательно, уровень воды находится на отметке $H = 100 + 12 = 112$ см.

Наблюдения за уровнем воды на гидрологических постах обычно ведутся дважды в день — в 8 и в 20 часов, но можно ограничиться и одноразовым утренним наблюдением. Если у вас нет возможности измерить уровень воды точно в это время — не беда, измеряйте тогда, когда сможете, только не забудьте указать время и дату наблюдения. В тех случаях, когда вы можете снимать показания в течение нескольких дней, постарайтесь делать это в одно и то же время.

Полученные данные записываются в журнал в форме [таблицы 5](#). В период половодья, когда вода в реке прибывает особенно быстро, наблюдения проводятся чаще, — через 3-6 часов. То же относится и к периодам сильных дождей и паводков на реке.

Таблица 5. Результаты наблюдений за уровнем воды в реке

Название реки.....

Местонахождение поста.....

Дата			
Время (ч, мин)			
Уровень воды над нулем графика H, см			
Изменение уровня $\pm h$, см*			
Ф.И.О. наблюдателя			

* изменение уровня по сравнению с предыдущим наблюдением.

По полученным данным можно построить график колебания уровня воды за период наблюдений. Тогда заинтересованному человеку легче будет ориентироваться в ваших результатах, к тому же графики нагляднее цифр.

Измерение глубины и ширины реки

Для определения глубин реки и особенностей рельефа ее дна проводятся промеры русла реки. По результатам промерных работ можно получить планы русла реки в линиях равных глубин — *изобатах*, а также определить площади водных сечений рек.

Необходимое оборудование:

- веревка с разметкой;
- рейка с разметкой;
- журнал для записи.

Глубину реки можно определить только прямыми измерениями с помощью *водомерной рейки* или *лота*. На крупных реках с глубинами до 25 м используют *лот* — металлический груз весом от 2 до 5 кг, прикрепленный на прочном тросе с соответствующей разметкой. В

случае изучения малых рек вполне достаточно водомерной рейки. Она представляет собой деревянный шест диаметром 4-5 см с нанесенной на ней сантиметровой разметкой, при этом нулевое деление должно совпадать с одним из концов шеста. При измерениях глубины рейка опускается нулевой отметкой вниз. Длину рейки можно выбрать, исходя из предполагаемых глубин исследуемых рек, но обычно ее делают не длиннее 1,5-2 м. Если река мелкая, то измерять глубину можно, переходя реку вброд. Если река глубокая, то измерения приходится проводить с лодки. Проще всего определить глубину с висящего над рекой моста, если такой есть поблизости.

Внимание! Позволяйте юным исследователям измерять самим глубину реки только в тех местах, где вода не выше их резиновых сапог! Убедите их, что это можно делать только под присмотром руководителя группы или его взрослых помощников. Глубину незнакомого дна можно выяснить, измеряя дно реки впереди себя с помощью водомерной рейки и медленно, шаг за шагом, передвигаясь вслед за ней. Следует быть очень аккуратным, так как в речном дне могут оказаться неожиданные ямы и обрывы

Кроме рейки, для проведения промерных работ потребуются *размеченная веревка* для определения ширины реки и местоположения промерных точек и специальный *журнал для записей*. Вербку обычно размечают заранее, до проведения работ. Проще всего это сделать с помощью обычных ниток разного цвета, например красных и синих — каждое десятисантиметровое деление надо отметить синими нитками, а каждое метровое деление — красными. Можно также выделить каждые 0,5 м, например красными и синими нитками одновременно, это даст возможность не ошибиться при отсчете расстояния между промерными точками. Вместо ниток можно использовать разноцветные ленточки, шнуры, несмываемый фломастер-маркер или масляную краску — главное, чтобы отметки на веревке были хорошо видны, легко замечались при промерах и были надежно закреплены.

Точки на створе, в которых измеряется глубина реки, называются *промерными*. Количество промерных точек для исследуемой реки следует определять следующим образом: на реках шириной 10-50 м их назначают через 1 м, на реках шириной 1-10 м — через 0,5 м, для реки или ручья шириной до 1 м достаточно 2-3 промерных точек.

Как выполнять измерения **глубины** и **ширины** реки:

- На выбранном створе исследуемой реки, поперек течения (это важно!) натягивается размеченная веревка, по ней определяется ширина реки.
- В соответствии с измеренной шириной определяют число промерных точек и их положение на створе. При этом надо помнить, что первая и последняя точки должны находиться непосредственно на урзе воды.
- Продвигаясь вдоль веревки в назначенных точках опускают промерную рейку до дна (старайтесь держать рейку вертикально!) и фиксируют деление, на уровне которого находится вода — это и есть глубина реки в данном месте.
- Данные измерений заносятся в журнал в форме [таблицы 6](#). Одновременно в журнал обязательно заносят данные о дате и времени выполнения промеров и указывают местоположение створа. Также надо отметить характер грунта (илистый, песчаный, каменистый), а также наличие и характер растительности в русле реки («растительность отсутствует», «растительность в прибрежной зоне», «растительность по всему руслу реки», густая растительность или редкая).

Таблица 6. Результаты промеров глубин реки

Местоположение створа..... Дата..... Время начала работ..... Время окончания работ.....

№ точки			
Расстояние от начала створа, м			
Расстояние между точками, м			
Глубина, м			
Характер грунта			
Растительность			

Кто выполнил работы.....

По данным измерений можно построить поперечный профиль русла реки и посчитать площадь *водного сечения*, т.е. сечение потока реки воображаемой плоскостью в месте промерного створа (рис. 7). Площадь этого сечения можно найти как сумму площадей простых геометрических фигур, образованных промерными вертикалями. Этими фигурами могут быть повернутые под 90° прямоугольные трапеции (S_2, S_3 и S_5), прямоугольники (S_4) или прямоугольные треугольники (S_1), площадь которых определяется по известным правилам — площадь прямоугольной трапеции равняется произведению полусуммы оснований (в примере — h_1 и h_2) на высоту, площадь прямоугольного треугольника равняется половине произведения катетов, а площадь прямоугольника произведению двух его сторон. В нашем случае основаниями, катетами и сторонами фигур будут измеренные глубины и расстояния между промерными точками. Полученную площадь сечения необходимо записать в журнал в таблицу 7.

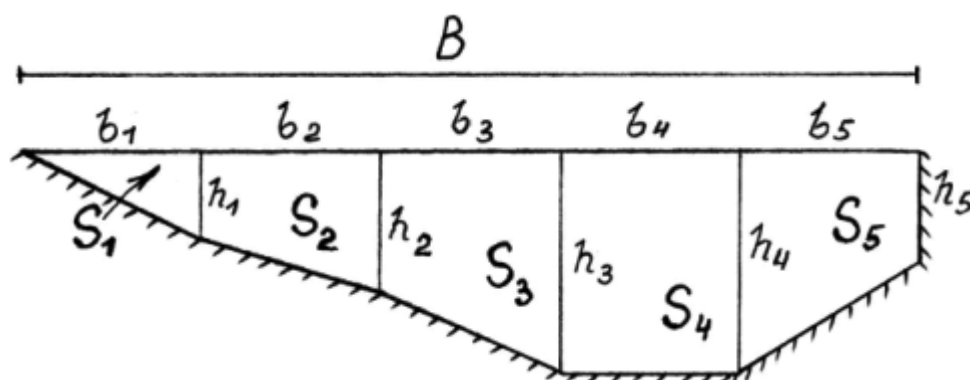


Рис. 7. Определение площади поперечного сечения русла реки w (m^2)

$$S_1 = h_1 * b_1 / 2 \quad w = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5$$

$$S_2 = (h_1 + h_2) / 2 * b_2$$

$$S_3 = (h_2 + h_3) / 2 * b_3$$

$$S_4 = h_3 * b_4 = h_4 * b_4$$

$$S_5 = (h_4 + h_5) / 2 * b_5$$

Разделив полученную площадь сечения (w, m^2) на измеренную ширину реки (B, m) получим значение средней глубины реки на створе: $h_{cp} = w/B$.

Измерение скорости течения и расхода воды в реке

Необходимое оборудование:

- поверхностные поплавки;
- рулетка или мерная веревка;
- секундомер или часы с секундной стрелкой;
- журнал для записей.

Наиболее простым и доступным способом измерения скорости течения воды является использование *поверхностных поплавков*. Такие поплавки представляют собой деревянные кружки диаметром 10-20 см, толщиной 3-5 см. Их можно сделать заранее и окрасить в яркий цвет, чтобы они были хорошо заметны в воде, а можно изготовить уже на месте, отпилив от сухого дерева или просто использовать для этой цели небольшие щепки. Хорошими поплавками служат бутылочные пробки, но только из пробкового дерева. Пластмассовые пробки могут быть слишком тяжелыми или легкими, скорость их движения будет сильно изменяться под действием ветра, и измеренные значения скорости течения воды окажутся неточными. Важно помнить, что измерение скорости течения реки поверхностными поплавками вообще не стоит проводить при сильном ветре. За наибольшую допустимую скорость ветра принимают обычно 6 м/с (см. табл. 1).

Перед началом измерений вдоль берега вверх и вниз от створа, на котором определяли глубину, с помощью рулетки откладывают прямые линии, длина которых примерно в 2 раза больше ширины реки. В концах измеренных отрезков перпендикулярно течению реки размечают два створа — *верхний* (расположен выше по течению) и *нижний* (соответственно ниже по течению). Промерный створ теперь расположен посередине и называется *главным* (рис. 8). Створы отмечают приметными вешками на берегах или натянутыми через реку веревками. Поплавки запускают в реку в 5-10 м выше верхнего створа, чтобы при прохождении верхнего створа поплавок уже имел скорость речного потока. Количество поплавков зависит от ширины изучаемой реки, для малой реки достаточно 4-5 штук. Их стараются по возможности запускать равномерно по ширине реки, но если у берегов много растительности, прибрежных участков нужно избегать. Поплавки надо нумеровать в порядке их пуска, и каждый последующий запускать лишь после того, как предыдущий поплавок прошел нижний створ.

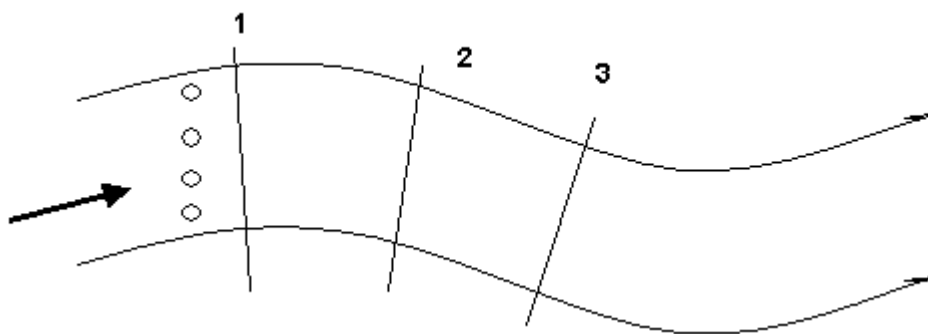


Рис. 8. Схема расположения створов при измерении скорости течения реки поплавками (1 — верхний створ, -> — направление течения, 2 — главный створ, о — поплавки, 3 — нижний створ).

Для выполнения измерений поплавками необходима бригада из нескольких человек: бригадир с секундомером (скорее всего это будет кто-то из взрослых); его помощник,

записывающий данные в журнал; три наблюдателя на створах, отмечающие прохождение поплавков; и два человека, запускающие и вылавливающие поплавки.

Как измерять скорость течения поверхностными поплавками:

1. Наблюдатели занимают места у своих створов. Если створы отмечены вешками, наблюдатель должен стоять так, чтобы при взгляде на противоположный берег одна вешка закрывала другую.
2. Член бригады, запускающий поплавок, становится в 5-10 м выше верхнего створа и по команде бригадира забрасывает поплавок в воду. Если река мелкая, то запускать поплавок можно, войдя прямо в реку.
3. Наблюдатель у верхнего створа при прохождении поплавка через его створ говорит: "Есть!". По этому сигналу бригадир запускает секундомер.
4. При прохождении среднего створа следующий наблюдатель также говорит: "Есть!". Бригадир фиксирует это время, не выключая секундомер, и сообщает его своему помощнику, который записывает значение в журнал, в таблицу 7.
5. При прохождении нижнего створа третий наблюдатель говорит: "Есть!". По этому сигналу бригадир выключает секундомер и сообщает результат своему помощнику, записывающему его в журнал.
6. Оставшийся член бригады вылавливает поплавок. Если это небезопасно, не стоит пытаться достать уплывающий поплавок, он не причинит реке большого вреда. К тому же, его наверняка придет к берегу ниже по течению и вы можете попробовать его найти.

Повторить то же самое со следующим поплавком.

Таблица 7. Результаты измерения скорости течения реки поверхностными поплавками и расхода воды в ней

Местоположение	Дата.....	Время начала и окончания работ.....			
Ширина реки (длина главного створа).....					
№ поплавок					
Расстояние между верхним и нижним створами, L, м					
Время прохождения	Верхнего створа, с				
	Среднего створа, с				
	Нижнего створа, с				
Разница во времени, t, с					
Скорость, м/с					
Площадь сечения реки, w, м ²					
Расход воды в реке, Q, м ³ /с					

Состояние русла.....

Погодные условия.....

Кто выполнял работы.....

Если русло реки или ручья узкое (1-2 м), то измерение можно проводить несколько раз по центру водотока. За скорость течения при этом принимается среднее значение.

Зная расстояние между верхним и нижним створами (L, м) и время прохождения поплавком этого расстояния (t, сек) можно вычислить скорость поплавка ($V = L/t$ м/сек). Это значение определяется для каждого поплавка и заносится в журнал. Среднее арифметическое скоростей движения всех поплавков равно **средней скорости течения** воды в реке на нашем участке: например, если поплавков было 5, то $V_{cp} = (V_1+V_2+V_3+V_4+V_5)/5$.

Время прохождения поплавок от верхнего створа до среднего должно быть примерно равно времени его движения от среднего до нижнего створа. Если два этих значения сильно различаются, то результаты наблюдения за этим поплавком надо отбросить и не учитывать при подсчете средней скорости. При этом, если число "незабракованных" результатов будет меньше 3-х, измерение скорости течения поплавками придется повторить.

Необходимо также отметить состояние русла реки на участке (смотри описание промерных работ) и характер погоды во время проведения работ, особенности ветра (штиль, слабый, умеренный, сильный, по течению, против течения, от берега к берегу), рябь на воде, волнение.

Теперь можно определить *расход воды*, который является одной из важнейших характеристик рек в гидрологии. *Расход* — это количество воды, протекающее через поперечное сечение реки за одну секунду, он измеряется в м³/с. Чтобы определить расход воды в реке, надо среднюю скорость течения реки умножить на площадь водного сечения:

$$Q=V*w,$$

где Q (м³/с) — расход воды в реке, V (м/с) — средняя скорость потока и w (м²) — площадь водного сечения русла. Вычисленное значение расхода воды также надо занести в журнал измерения скорости течения.

Измерение температуры воды

Необходимое оборудование:

- водный термометр;
- веревка с разметкой;
- журнал для записей.

Температуру на поверхности воды можно измерить обычным водным термометром для ванной. По соображениям безопасности необходимо использовать спиртовой термометр, а не ртутный, так как ртуть — очень ядовитое вещество. Термометр опускают в воду примерно на 1/3 шкалы и выдерживают в течение 3-5 минут. Затем, не вынимая полностью термометр из воды, определяют значение температуры с максимально возможной точностью, которая, однако, зависит и от термометра. В гидрологии необходимая точность составляет 0,1°С, но в ваших исследований к такой точности стремится необязательно. Измеренные показания записывают в журнал, к органолептическим показателям (см. главу 6. [Гидрохимические наблюдения](#)). Одновременно в журнале отмечают местоположение, время проведения наблюдений и характер погоды — температуру воздуха, облачность, осадки (см. главу 3. [Метеорологические наблюдения](#)).

Важно правильно выбрать место для измерения температуры. Прибрежные мелководные участки быстро прогреваются и их температура может значительно отличаться от температуры основного водного потока. Если река небольшая и неглубокая, то температуру надо измерить на середине реки, войдя в воду. Если есть возможность измерить температуру воды только в прибрежной зоне, то надо стараться найти участок с глубиной не менее 0,3 м и сделать об этом запись в журнале. Если на исследуемом участке имеется выход родниковых вод, измерения температуры надо проводить в нескольких метрах выше родника и отметить это в журнале.

Все измерения необходимо повторить дважды или трижды, чтобы избежать случайной ошибки. Если два последовательных измерения сильно отличаются друг от друга, надо

обязательно измерить температуру еще раз. В этом случае окончательный результат получают как среднее двух наиболее близких значений: $t=(t_1+t_2)/2$.

Примечания

*В настоящее время понятие "малая река" не имеет однозначного толкования. Количественные критерии (длина реки, площадь водосбора), позволяющие выделить ее из совокупности рек конкретной территории, относительно условны... К малым рекам обычно относят водотоки длиной до 100 км, имеющие площадь бассейна до 2000 км². Цит. по книге [Малые реки Волжского бассейна/ Под ред. Н.И.Алексеевского. - М., 1998. - 234 с.]

5. Изучение малых водоемов

К водоемам здесь мы будем относить озера*, пруды, водохранилища. В реках и ручьях происходит быстрая смена воды (их еще можно называть *водотоками*), в водоемах же обмен воды замедлен.

Озера — это естественные водоемы, они образуются там, где в углублениях земной поверхности (*озерных котловинах*) в силу сложившихся природных условий накапливается вода — от атмосферных осадков, таяния снега и льда, грунтовые воды. *Водохранилища и пруды* создаются человеком, т.е. являются **искусственными** водоемами. При этом, в отличие от водохранилищ, которые встречаются далеко не повсеместно, пруды есть в любой местности. Пруды могут быть выкопаны специально, а могут возникать на месте карьеров, разработок торфа, горных выработок (последние могут быть достаточно большими и глубокими). Прудами часто называют и небольшие водохранилища, сооружаемые в долинах рек, ручьев, при перегораживании плотинами оврагов и балок. В целом, пруды можно отнести к группе **малых искусственных водоемов**. Эти водоемы представляют собой наилучший объект для школьных экологических исследований. Они легкодоступны, на них сравнительно легко можно организовать натурные наблюдения без дорогостоящего оборудования и транспорта. Кроме того, режим существования этих малых антропогенных водоемов, химический состав их вод, условия существования водных растений и животных самым непосредственным образом связаны с деятельностью человека на водосборе и экологической обстановкой на его берегах.

Стоит отметить, что в большинстве своем пруды никем не изучались, так что вам могут достаться лавры первооткрывателей.

Как развиваются озера

Первичные озера, возникшие при заполнении естественных котловин водой, постепенно заселяют растения и животные. Молодые озера имеют чистую прозрачную воду, дно их покрыто в основном песками, зарастание — незначительное. Такие озера называют *олиготрофными* (от греческих слов *олигос* — "малый", и *трофе* — "питание"), т.е. малопитательными. Постепенно эти озера насыщаются органическим веществом. Отмирающие водные организмы опускаются на дно, образуя илистые донные отложения, и служат пищей животным, обитающим на дне. В воде накапливаются органические вещества, выделяемые животными и растениями и остающиеся после их гибели. Увеличение в водоеме количества питательных веществ стимулирует дальнейшее развитие жизни в водоеме.

Водоемы на территории Европейской части нашей страны стадию олиготрофных в большинстве своем давно миновали. Они относятся к классам *мезотрофных* (от *мезос* — "средний") или *эвтрофных* (от *эу* — "хорошо"). Эвтрофные озера хорошо обеспечены

питательными веществами, их вода буквально насыщена жизнью. Эти озера сильно зарастают, вода в них может быть зеленоватого, желтоватого, коричневого цвета. На дне накапливаются осадки в виде ила с большим содержанием органических веществ, озеро постепенно мелеет. Характерным признаком эвтрофных озер является "цветение" воды. Большинство небольших и мелких озер, а также прудов являются эвтрофными.

Некоторые озера могут довольно длительное время оставаться олиготрофными, если почвы берегов бедные с точки зрения плодородности, а поступление биогенных (способствующих развитию живых организмов) веществ затруднено.

Превращение озер в эвтрофные — *эвтрофикация* — является естественным процессом. Но в последние десятилетия этот процесс значительно ускорился и привел к гибели некоторых водоемов. Это явление получило название *антропогенной эвтрофикации* (от греческого *антропос* — "человек"), т.е. связано с человеком, его хозяйственной деятельностью. Установлено, что оно вызывается привнесением загрязняющих веществ, прежде всего — растворимых соединений азота и фосфора, которые поступают с полей, где используются органические и неорганические удобрения, а также со сточными водами предприятий, канализационными стоками. Чем меньше водоем, тем сложнее ему справиться с антропогенной нагрузкой.

Внимание! Один из вероятных процессов в эвтрофных водоемах — рост сине-зеленых водорослей (цианобактерий). Некоторые из них очень токсичны. Выделяемые этими организмами вещества относятся к группе фосфор- и серосодержащих органических соединений (нервно-паралитических ядов). Действие токсинов сине-зеленых водорослей может проявляться в возникновении дерматозов, желудочно-кишечных заболеваний; в особенно тяжелых случаях, при попадании большой массы водорослей внутрь организма, может развиваться паралич. Будьте особенно внимательны при работе с детьми на таких водных объектах. Не позволяйте детям трогать воду из них.

Обычно озерная котловина не полностью заполняется водой, ее граница условно определяется самым высоким уровнем воды, который наблюдался в прошлом. За время существования озера уровень воды в нем может колебаться. Такие многолетние колебания приводят к тому, что по склонам котловины возникают более или менее ровные площадки — это *озерные террасы*. В зависимости от прошлого водоема и истории его развития количество, ширина и высота террас могут быть разными. Они могут быть сложены песчаными или глинистыми отложениями — теми, которые в различные периоды жизни водоема отлагались на его дне. На крупных озерах террасы могут быть хорошо заметны невооруженным глазом. На небольших водоемах определить количество террас у озера можно путем нивелирования склона котловины (см. [рис. 4](#), главу 4. [Изучение малой реки](#)). На вычерченном профиле озерные террасы обычно хорошо заметны.

Описание водоема

Начните исследование с изучения карты территории, где расположен ваш водоем. Сделайте привязку водоема к местности, т.е. укажите, на территории какого административного района он находится, вблизи каких населенных пунктов, лесничеств и т.п. Определите наличие и количество притоков (если они указаны на карте), выясните, к водосбору какой реки относится ваш водоем. Если это пруд и он находится в долине реки, то укажите, какая это река. Проверьте, не забыли ли вы сделать копию нужного вам участка карты и нанести на нее маршрут вашей экспедиции (см. главу [Планирование исследования водного объекта](#)). Не забудьте также указать масштаб карты и подписать все названия.

Выполняя съемку плана водоема обходом по берегу (как это сделать — см. через несколько страниц, в разделе [Основные характеристики водоемов](#)), одновременно займитесь подробным изучением окружающей местности. Прежде всего, уточните какие ручьи и реки впадают в ваш водоем, а какие вытекают, встречаются ли родники, опишите их и нанесите на план.

Берега водоема могут отличаться друг от друга на различных участках по составу слагающих пород, крутизне, характеру растительности. Отмечайте все особенности берегов, и старайтесь давать им подробные описания, например такие: "Северный берег — крутой, песчаный; южный — низкий, торфяной". В нескольких точках, там, где хорошо выражена крутизна берега, желателно выполнить нивелирование склона (подробно об этом написано в главе 4. [Изучение малой реки](#)) и определить, чем сложен берег ([табл. 4](#)).

Опишите характер растительности на прилегающей к водоему территории, запишите в дневнике, каких животных и птиц вам удалось увидеть на его берегах. Обратите внимание и на деятельность человека на водосборе и в непосредственной близости от водоема — наличие сельскохозяйственных и промышленных предприятий, мест организованного и неорганизованного отдыха и т.п. Все описанные объекты необходимо указать на плане с помощью условных знаков (см. [рис. 3](#) в главе 4. [Изучение малой реки](#)).

Много ценной информации можно получить от местных жителей. Вы можете расспросить их о том, есть ли рыба в водоеме и какая, каких животных они встречают на его берегах в течение года, цветет ли вода летом и замерзает ли зимой. Узнайте, где глубины больше и где меньше, какова наибольшая глубина в водоеме, какое у него дно — это обеспечит безопасность ваших работ на водоеме. Если самим измерить глубину не представится возможным, эти сведения могут стать единственными. Постарайтесь также выяснить, для каких целей местные жители используют водоем. Для искусственных водоемов важно выяснить, когда и с какой целью они были созданы, а также каким образом (копанные, запрудные и т.д.)

Далеко не каждый малый водоем и его притоки имеют название на карте. Но обычно у всех природных объектов есть местные названия, которыми пользуются жители окрестных городов и деревень. Иногда таких названий может быть не одно, а несколько. Постарайтесь найти людей, которые смогут рассказать вам об истории водоема, о легендах, с ним связанных. Запишите все услышанное, укажите фамилию, имя, отчество человека с которым вы разговаривали и место его жительства.

Основные характеристики водоемов

Существуют несколько важных числовых характеристик, дающих представление о размерах озера. К ним относятся *площадь* озера, его *длина* и *ширина*. Если в вашем распоряжении оказалась подробная карта водоема, то на стадии предварительного исследования необходимо определить его *площадь (S)*. Проще всего это сделать, если контуры озера с карты перенести на миллиметровую бумагу. В этом случае сначала определяется площадь зеркала водоема в квадратных сантиметрах, а затем пересчитывается с учетом масштаба. Также по снятой копии водоема можно определить: длину, наибольшую ширину и среднюю ширину.

Длиной водоема (L) называется расстояние между двумя наиболее удаленными точками на его береговой линии, измеряемое по водной поверхности (линия АБ на рис. 9). *Наибольшая ширина (B)* — это длина отрезка перпендикулярного длине в самом широком месте водоема, от берега до берега (линия ВГ на рис. 9). *Средняя ширина (b_{cp})* определяется из отношения площади водоема к его длине (S/L).

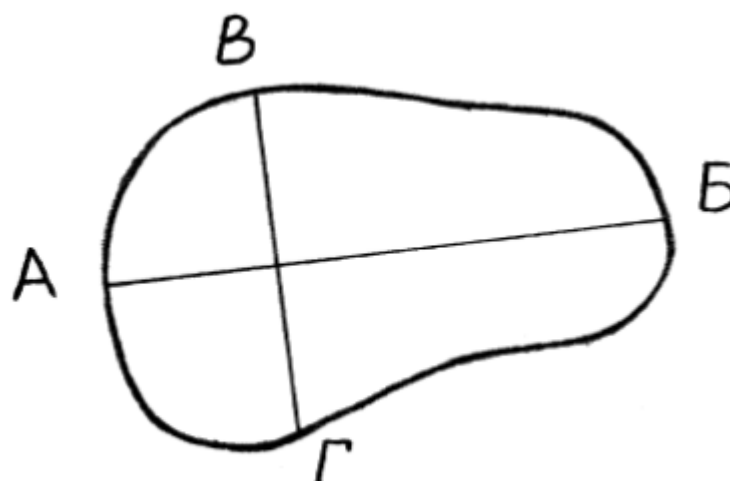


Рис. 9. Характеристики размера озера.

АБ -длина (L)

ВГ — наибольшая ширина (B)

Важной характеристикой водоема является его **проточность**, т.е. наличие или отсутствие у него притоков и вытекающих из него рек. Если из озера или пруда вытекает река или ручей, то такой водоем называется *сточным*. Если сточное озеро также принимает какой-либо приток, то его называют *проточным*. *Бессточные* водоемы могут иметь притоки, но сами они стока не имеют (т.е. из них ничего не вытекает). Существуют еще *глухие* озера, которые не принимают притоков и не дают поверхностного стока, они обычно встречаются в лесу среди болот и невелики по размерам. Проточность во многом определяет то, как сменяется вода в водоеме — быстро или медленно, т.е. характер *водообмена* в водоеме. Скорость водообмена озера или пруда имеет значение для формирования качества воды в нем и его способности к самоочищению.

Как выполнить съемку плана водоема. Если вы планируете исследовать водоем, который не нанесен на карту, то вам придется самостоятельно составить план водоема и прилегающей к нему территории, а затем по нему определить размеры озера или пруда. Имеет смысл сделать съемку плана водоема и в том случае, если вы пользуетесь достаточно старой картой местности, — за несколько десятков лет очертания и размеры водоема могли сильно измениться. Такой план будет ценным документом и, вполне возможно, понадобится не только вам.

Для составления плана малого водоема используют *глазомерную съемку*.

Необходимое оборудование:

- компас,
- рулетка,
- несколько вешек,
- линейка,
- планшет (дошечка), закрепленный на шесте или треноге.

Самый простой способ съемки — обход вокруг водоема, вдоль береговой линии. Ломаная линия, по которой проводят съемку, называется *магистральным ходом* (АБВГДЕ на рисунке 10).

Его следует прокладывать так, чтобы он проходил поблизости от береговой линии, и при этом, по возможности, было меньше поворотов. В точках поворотов А, Б, С и т.д. устанавливают вешки. Для удобства их можно пометить с помощью ярких тряпочек или ниточек. Вместо вешек можно использовать любые хорошо заметные предметы на берегу — деревья, кусты, крупные камни. После того как размечен магистральный ход, приступают непосредственно к съемке.

1. Закрепите на планшете лист бумаги. Нарисуйте на нем стрелку "север — юг" (С-Ю). Выберите масштаб с таким расчетом, чтобы план уместился на планшете, и укажите масштаб в нижнем правом углу листа.
2. Планшет устанавливается в точке А и с помощью компаса ориентируется относительно сторон света: направление стрелки С-Ю совмещается со стрелкой компаса.
3. Линейка из точки стояния А наводится другим концом на точку Б (взгляд наблюдателя при этом должен находиться на уровне планшета). По линейке проводится линия. Затем расстояние АБ по берегу надо измерить рулеткой, отложить его на проведенной линии с учетом масштаба и отметить точку В.
4. Расстояние АВ разбивается на несколько равных отрезков, например через 10 м и в конце каждого отрезка проводится перпендикуляр от линии АВ по направлению к водоему. На местности в соответствующих точках измеряется расстояние до линии уреза воды и в масштабе откладывается на плане.
5. Затем наблюдатели с планшетом переходят в точку Б, ориентируют планшет относительно направления север-юг и повторяют измерения. Соединив полученные точки (концы перпендикуляров), получаем план водоема.
6. На плане необходимо указать впадающие и вытекающие из водоема ручьи и речки, и направление течения в них (стрелками) (рис. 10).

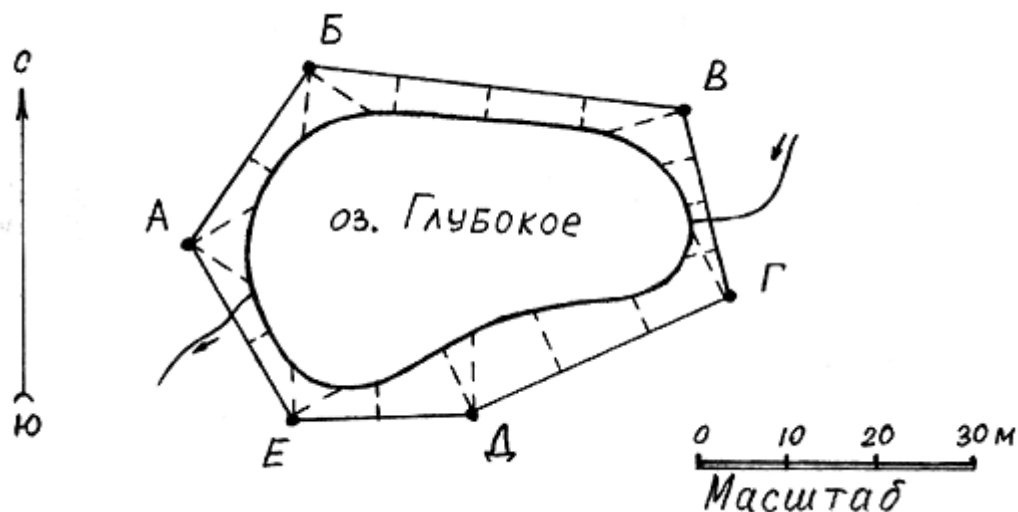


Рис. 10. Глазомерная съемка плана водоема (АБВГДЕ — магистральный ход; пунктиром обозначены линии перпендикуляров).

По полученному плану определяются показатели размера водоема, о которых говорилось выше. Важно учесть, что для проведения перпендикуляров и измерения по ним расстояния необходимо выбирать достаточно пологие участки берега, чтобы избежать больших ошибок.

Если вы имеете дело с совсем небольшим водоемом, например прудом, то его ширину и длину можно измерить непосредственно на местности. Для этого потребуются:

- катушка с размеченным шпагатом;
- несколько колышков.

Линии длины водоема и его наибольшей ширины выбирают на глаз и отмечают кольшками на берегу. Катушку со шпагатом закрепляют в одной из точек и начинают разматывать ее, перемещаясь по берегу. В противоположном конце измеряемой линии шпагат слегка натягивают и по разметке отсчитывают длину или ширину водоема. Контур береговой линии проводятся на глаз. По полученному таким образом плану вычисляют площадь водоема.

Измерение глубин водоема. Перед началом измерения глубин в озере или пруду еще раз повторите *правила безопасности* при работе на воде, а также посмотрите главу 4. [Изучение малой реки](#). Вы должны иметь представление о том, какие глубины и где могут встречаться в изучаемом водоеме — об этом можно расспросить местных жителей или рыбаков. Если выяснится, что водоем глубокий — откажитесь от измерений и используйте полученную информацию в качестве данных о глубине озера или пруда.

Озера и пруды имеют обычно большую глубину, чем безопасная для детей (высота резиновых сапог), поэтому проводить измерения глубины скорее всего будет можно только взрослым, да и то с помощью лодки.

На плане озера или пруда наметьте маршруты, по которым вы будете проводить промеры глубин. По меньшей мере их должно быть два — один вдоль линии длины водоема, а другой — поперечный к этой линии. Если водоем небольшой, можно наметить несколько поперечных профилей, лучше через равные промежутки. Но могут быть и другие маршруты для измерения глубин, если они представляются вам более удобными и доступными (рис. 11).

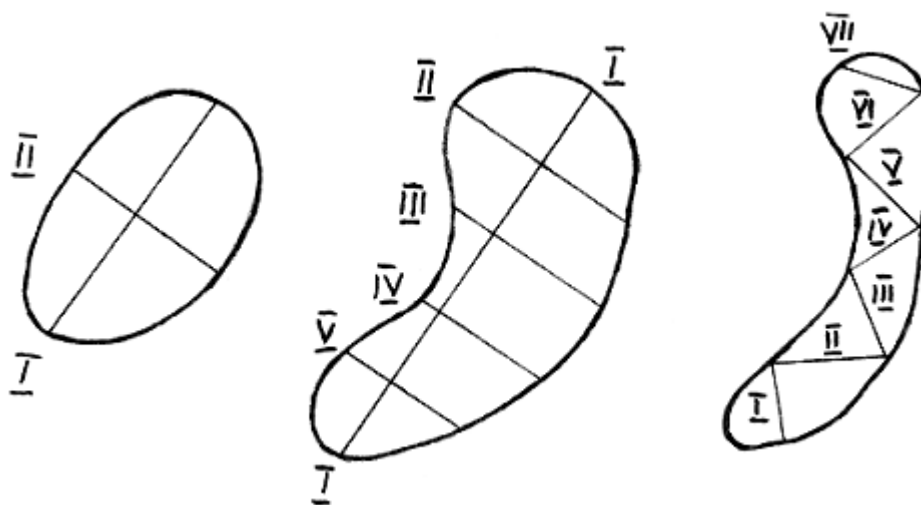


Рис. 11. Возможные маршруты промерных работ на водоеме (I, II, ... — номера промерных маршрутов).

Глубины на озерах и прудах определяют прямыми измерениями с лодки с помощью промерной рейки — об этом подробно написано в главе 4. [Изучение малой реки](#). Если вы изучаете небольшой пруд, то по выбранной промерной линии натягивается размеченная на деления веревка и закрепляется на берегах. Продвигаясь вдоль веревки на лодке, через определенное расстояние измеряют глубину. Данные измерений заносят в журнал, не забывая отмечать особенности грунта и водной растительности.

Если вы работаете на таком водоеме, размеры которого не позволяют натягивать и закреплять веревки, то задача несколько усложняется, т.к. в этом случае важно правильно определить местоположение на плане точки измеренной глубины. При серьезных научных исследованиях для этого используют сложные геодезические приборы. Мы предлагаем вам воспользоваться другим, более простым способом. Он, конечно, менее точен, чем

инструментальные исследования, но вполне подходит для небольших водоемов. Делается это следующим образом.

Начало и конец промерной линии обозначаются на берегах хорошо заметными предметами. Такие предметы, обозначающие положение створа имеют специальное название — *створные знаки*. В начальной точке 2-3 человека садятся в лодку и начинают небыстро грести от берега по направлению к створному знаку на другом берегу. Через равное, одинаковое число гребков веслами (5, 10 и т.д. в зависимости от длины промерного маршрута) делается остановка и измеряется глубина водоема в этой точке. В журнал записывается номер точки (остановки), измеренная глубина и общее количество гребков на маршруте. При таком способе выполнения промеров большая ответственность ложится на того, кто будет сидеть на веслах, т.к. перед ним стоят две задачи — двигаться по намеченной линии и грести небыстро и равномерно. Поэтому лучше всего, если эту роль возьмет на себя наиболее ответственный взрослый из группы.

После завершения измерения глубин, на плане водоема нанесите линии промеров (лучше карандашом). По общему числу гребков весел на каждой отдельной линии и по расстоянию в гребках между промерными точками определите их местоположение. Около каждой точки напишите полученное значение глубины водоема. На таком плане можно провести *изобаты* — линии равной глубины (рис. 12). Сначала надо выбрать, с каким шагом вы будете их проводить — через 0,5; 1,0; 2,0 м, — это зависит от выбранного водоема. При этом линия берега является нулевой изобатой. Предположим, что вы решили проводить изобаты через 1,0 м. В таком случае на всей площади водоема определяют точки с глубиной 1,0 м и соединяют их плавной линией. Затем проводят 2-метровую, 3-метровую изобаты и т.д. Каждую изобату необходимо подписать, причем так, чтобы цифры верхом были направлены в сторону увеличения глубины (рис. 12). После того, как изобаты нарисованы, все дополнительные линии и числа, кроме точки наибольшей глубины, можно стереть, а изобаты и береговую линию обвести тушью или фломастером. Такой план в изобатах дает наглядное представление о распределении глубин в водоеме.

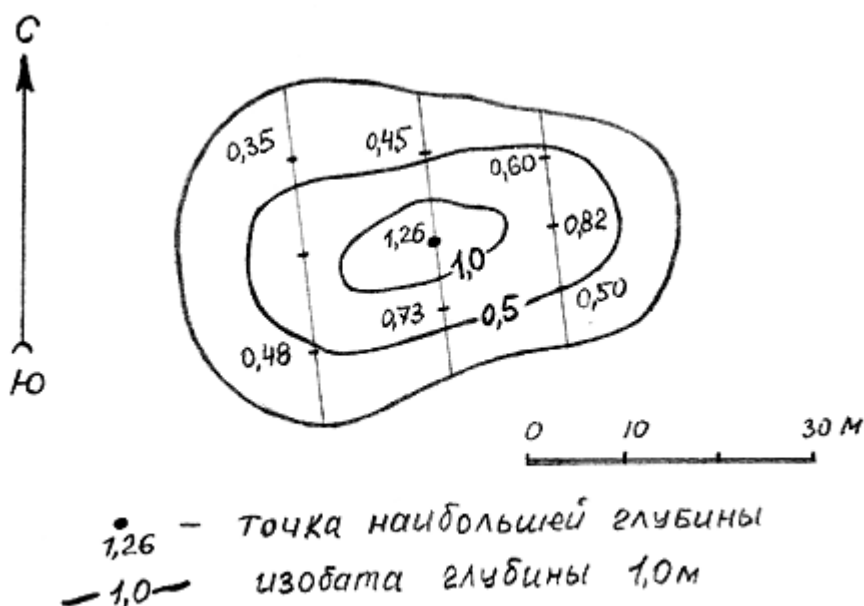


Рис. 12. Построение плана озера в линиях равной глубины (изобатах)

Если вы измеряли глубины в водоеме только по одной промерной линии, то в этом случае план распределения глубин построить не удастся. В этом случае можно начертить *профиль глубин* (рис. 13). Подберите масштаб чертежа — горизонтальный и вертикальный — таким образом, чтобы изображение получилось наглядным и не искажало действительного

соотношения глубин в водоеме. По горизонтали откладываются расстояния между промерными точками, а по вертикали — измеренные значения глубины. Можно также указать тип грунтов в различных точках. Обязательно укажите направление профиля, соответствующее направлению промерной линии — например, "Профиль глубин оз. Глубокое по линии АБ".

По результатам проведенных вами наблюдений и исследований можно составить "Экологический паспорт водоема" ([см. Приложение 3](#)).

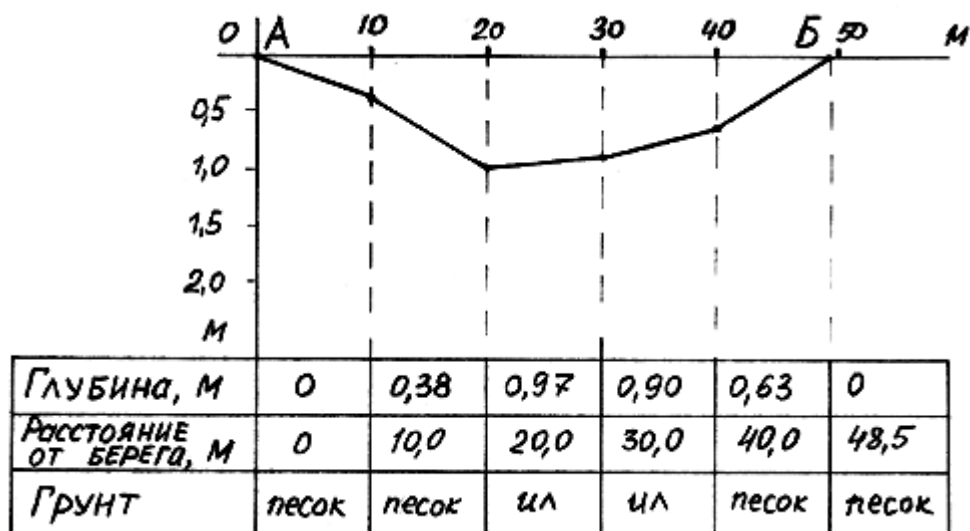


Рис. 13. Профиль глубин водоема

Измерение температуры воды в водоеме проводят так же, как и на реке (о необходимом оборудовании и порядке выполнения работ см. в главе 4. [Изучение малой реки](#)). Обратите внимание на то, что при работе с детьми можно использовать только спиртовой термометр.

При изучении озер и других водоемов важно проводить измерения температуры не только на поверхности, но и в глубинных слоях. При этом надо постараться свести к минимуму влияние более теплых поверхностных слоев воды при подъеме термометра наверх. Сначала необходимо выяснить глубину в месте измерения температуры и проверить, нет ли на дне камней, чтобы при опускании термометра не ударить его и не разбить. Затем термометр надо обернуть ватой для предохранения от влияния верхних слоев воды, и привязать его к размеченной веревке. Термометр опускают в воду, отсчитывая глубину по разметке на веревке — нижняя часть термометра должна находиться на расстоянии нескольких сантиметров выше дна. У дна термометр выдерживают в течении 10 минут, а затем быстро поднимают наверх и также быстро снимают показания. При всех работах с термометром надо соблюдать осторожность, чтобы не разбить его.

Есть еще много интересных параметров, которые расскажут вам о состоянии реки или озера. Готовы продолжать? Если да, то [следующая глава](#) — для вас.

Примечания

* По данным Института озераедения РАН к малым озерам относятся водоемы с площадью менее 1 км². К малым водохранилищам относятся имеющие объем в интервале 1-10 млн. м³. Авакин А.Б., Салтанкин В.П., Шапов В.А. Водохранилища. - Сер. Природа мира. - М.: Мысль. 1987. - 325 с.

6. Гидрохимические наблюдения

Органолептические свойства воды

Любое знакомство со свойствами воды начинается с определения органолептических показателей, то есть таких, для определения которых мы пользуемся нашими органами чувств: зрением, обонянием, вкусом. К органолептическим относятся такие характеристики, как цветность, прозрачность, запах, вкус и привкус, пенистость, количество взвешенных веществ.

Органолептическая оценка приносит много прямой и косвенной информации о качестве воды и состоянии водного объекта, может быть произведена быстро и без использования приборов.

Начать изучение водоема или водотока следует с его общего обзора, который может дать много полезной информации о качестве воды. При этом особое внимание следует обращать на явления, свидетельствующие о загрязнении изучаемого водного объекта: гибель рыбы и других водных организмов, поврежденность растений (наличие больных и погибших), выделение пузырьков газа из донных отложений, помутнение или изменение цвета воды после впадения в нее сточных вод, появление запаха, цветение воды, пятна нефтяной пленки на поверхности и прочее.

При записи в журнал наблюдений следует отметить эти признаки "болезни" водного объекта. Для выявления причин изменения состояния воды может оказаться полезным встретиться и побеседовать с местными жителями. Если вы живете на берегу изучаемого водоема или водотока, то скорее всего эти причины известны и вам. В любом случае следует записать в журнале полученные сведения, не забыв указать их источник.

Органолептическая оценка является важным и наиболее доступным для юных исследователей этапом гидрохимических наблюдений. Этот этап позволяет выполнить предварительную оценку состояния водного объекта, определить источники воздействия, выявить причины ухудшения качества воды. Следует иметь в виду, что органолептическая оценка - обязательная процедура санитарно-химического контроля воды в системе государственного мониторинга и контроля.

Цветность

Цветность природных вод обусловлена главным образом присутствием окрашенных органических веществ. Научное название этих веществ - *гумусовые* (от латинского слова - *humus* - земля, почва), поскольку они, как правило, попадают в природную воду вследствие вымывания из почв. Количество этих веществ зависит от геологических условий в долине реки, наличия водоносных горизонтов, характера почв, наличия болот и торфяников в бассейне реки и т.п. Обратите внимание, что реки, вытекающие из болот, имеют, как правило, желтую, красноватую или даже коричневую окраску. Это связано с тем, что в болотах содержится много гумусовых веществ.

Сточные воды некоторых предприятий также могут создавать довольно интенсивную окраску воды (например, сточные воды красильных, кожевенных, химических производств).

Для **определения цветности** пробирку заполняют водой до высоты 10-12 см и рассматривают сверху на белом фоне при достаточном боковом освещении (желательно при естественном). Если вода очень мутная, то перед определением цветности ее следует отфильтровать.

По результатам наблюдения определяют цветность исследуемой пробы в соответствии с общепринятой шкалой, характеризующей окраску воды:

- слабо-желтоватая;
- желтая;
- интенсивно желтая;
- коричневая;
- красно-коричневая.

В соответствии с требованиями к качеству воды в зонах рекреации (отдыха) окраска воды не должна обнаруживаться визуально в столбике высотой 10 см. Для питьевой воды это значение составляет 20 см.

Занесите результаты анализа в журнал наблюдений. Для удобства можно использовать таблицу 12 в конце этого раздела. Интересно сравнить результаты определения цветности в разные сезоны гидрологического года: зимнюю межень, половодье (причем лучше 3 раза: на подъеме, когда уровень воды в реке стремительно нарастает, на пике, когда уровень максимальный, и на спаде), летне-осеннюю межень и паводки, когда уровень воды поднимается из-за дождей. Интересно также узнать, чем вызвана цветность воды. Причиной может быть, например, наличие болот в верховьях реки, попадание загрязненных сточных вод в реку.

Осадок

Взвешенные вещества, присутствующие в природных водах, состоят из частиц песка, глины, ила, других нерастворенных неорганических соединений, а также живых микроорганизмов и водных организмов и их отмерших остатков.

Количество взвеси зависит от размера взвешенных частиц и скорости потока, поэтому оно связано с сезонными изменениями и режимом стока, зависит от пород и почв, слагающих русло, а также от влияния хозяйственной деятельности человека, такой как сельское хозяйство, горные разработки и т.п.

Если прийти на берег реки весной во время половодья, то часто можно увидеть более мутную воду, чем в обычное время. Это связано как с высокой скоростью воды, которая размывает берега, сносит с поймы частицы почв, так и с поступлением взвешенных веществ с тальми водами. Через некоторое время, по окончании половодья, вода станет светлее.

Взвешенные частицы влияют на прозрачность воды и на проникновение в нее света, на температуру, качество и состояние поверхностных вод. Они аккумулируют многие загрязняющие вещества, содержащиеся в воде, например, токсичные тяжелые металлы (медь, никель, цинк и другие). Вода, в которой много взвешенных частиц, не подходит для использования человеком по эстетическим соображениям.

Часть взвешенных веществ со временем выпадает в осадок. **Осадок определяют** через час после отбора пробы, поэтому начните свои наблюдения с определения этого параметра. Пока вода будет отстаиваться, вы сможете выполнить значительную часть других наблюдений.

Отберите значительное количество воды, например, 1 литр в мерный цилиндр, который можно заменить любым другим прозрачным сосудом с ровным дном (например, банкой). При этом в журнале наблюдений отмечают следующую информацию:

- *объем осадка*: незначительный, заметный, большой (если вы используете один и тот же сосуд с известной площадью дна, то с помощью обычной линейки можно измерять высоту осадка);
- *характер осадка*: хлопьевидный, илистый, глинистый, песчаный;
- *цвет осадка*: серый, коричневый, бурый.

После выпадения осадка описывают также состояние самой воды: осветление незначительное, слабое, сильное; вода стала прозрачной.

Определение **цветности** лучше проводить, используя верхний слой отстоявшейся воды, аккуратно перелитый в чистую емкость (особенно, если у вас нет фильтра).

Как правило, в сильно загрязненной воде выпадает большой слой осадка. Однако, отсутствие большого объема осадка не всегда означает, что вода пригодна для использования человеком (в ней могут содержаться токсичные вещества в растворенном виде).

Мутность

Мутность воды обусловлена наличием в воде очень мелких частиц и микроорганизмов, способных рассеивать свет. Для определения мутности поместите пробирку или прозрачный бесцветный сосуд из тонкого стекла с пробой воды перед источником света. Посмотрите на пробу таким образом, чтобы ваш взгляд был направлен перпендикулярно направлению лучей света.

По результатам наблюдения определяют мутность исследуемой пробы в соответствии со следующей шкалой, характеризующей мутность:

- прозрачная;
- слабо мутная;
- мутная;
- очень мутная.

Мутность определяется качественно, и часто разные наблюдатели дают разные оценки. Здесь важно, чтобы вы приобрели определенный опыт. Самое правильное, если вы будете проводить измерения мутности в разных водных объектах, а если на одном объекте, то в разные сезоны. Тогда у вас появится опыт сравнения разных вод, и ваши оценки станут более объективными.

Прозрачность

Прозрачность (или светопропускание) природных вод обусловлена их цветом и мутностью, то есть содержанием в них различных растворенных и взвешенных органических и минеральных веществ. Это очень важная характеристика качества воды.

Менее прозрачная вода сильнее нагревается у поверхности (в случае, когда нет интенсивного перемешивания воды за счет ветра или течения). Более интенсивное нагревание имеет серьезные последствия. Так как теплая вода имеет меньшую плотность, то нагретый слой как бы "плавает" по поверхности холодной и поэтому более тяжелой воды. Этот эффект расслоения воды на почти не перемешивающиеся слои называется *стратификацией* водного объекта (обычно водоема - пруда или озера).

В верхнем теплом слое активно развиваются микроскопические водоросли (фитопланктон). Они производят значительное количество кислорода, который нужен для других живых

организмов, например, рыб. Однако теплый слой почти не перемешивается с более холодным, и кислород плохо поступает из поверхностного слоя воды на глубину. Отмирающие микроорганизмы из верхнего слоя воды попадают в более глубокие слои. На их окисление дополнительно расходуется кислород, дефицит которого уже наблюдается на глубине. Отсутствие кислорода приводит к гибели некоторых организмов, живущих в придонных слоях воды.

Определение прозрачности можно проводить двумя способами:

1. С использованием мерного цилиндра.

Исследуемую воду наливают в мерный стеклянный цилиндр диаметром 2,5 см и более, высотой около полуметра (не менее 30 см). Пробу помещают в цилиндр и взбалтывают. Цилиндр располагают на высоте около 4 см над образцом хорошо освещенного четкого черного шрифта средней жирности высотой 3,5 мм на белом фоне (для работы можно использовать текст газетной статьи). Определяют высоту столба жидкости, через который удастся прочитать текст на дне цилиндра.

2. Непосредственно в водном объекте.

Мерой прозрачности в этом случае служит высота столба жидкости, с которой можно видеть медленно опускаемый в воду диск Секки или различать на помещаемой в водную толщу белой бумаге шрифт средней жирности высотой 3,5 мм.

Диск Секки представляет собой белый металлический диск диаметром 30 см. Его можно изготовить и самостоятельно. Для этого используют плотный ненамокающий материал (пластик, крашеную фанеру) белого цвета диаметром 20 см, к которому крепится груз и шнур с метками через известные равные расстояния для определения глубины.

Диск опускают в воду с лодки с теневой стороны и замеряют глубину, на которой диск исчезает из поля зрения. Измерение следует проводить несколько раз, определяя среднюю глубину как меру прозрачности.

Результаты определений выражают в сантиметрах с указанием способа измерения и записывают в журнале. Вода считается непригодной для питья без специальной подготовки, если прозрачность составляет менее 30 см.

Запах

Запах воды вызывают летучие пахнущие вещества, поступающие в воду в результате процессов жизнедеятельности водных организмов, при биохимическом разложении органических веществ, содержащихся в воде (таков, например, процесс гниения органических остатков умерших организмов), а также с промышленными, сельскохозяйственными (стоки животноводческих ферм) и хозяйственно-бытовыми сточными водами. В воду во время весеннего половодья или во время дождей загрязняющие вещества могут попадать также с поверхностным стоком.

На запах воды оказывают влияние многие факторы: состав содержащихся в ней веществ, температура, величина рН, степень загрязненности водного объекта, биологическая обстановка, гидрологические условия и т.д.

Различают запахи естественного и искусственного происхождения. Запахи естественного происхождения приведены в таблице 8.

Запах воды характеризуется также интенсивностью, которую измеряют в баллах. (см. табл. 9).

Таблица 8. Запахи естественного происхождения

Характер запаха	Примеры запахов соответствующего ряда
Ароматический	Огуречный, цветочный
Болотный	Илистый, тинистый
Гнилостный	Фекальный, навозный
Древесный	Мокрой щепы, древесной коры
Землистый	Прельный, свежеспаханной земли
Плесневой	Затхлый
Сероводородный	Тухлых яиц
Травянистый	Сена, скошенной травы
Неопределенный	

Таблица 9. Балльная оценка запаха

Балл	Интенсивность	Качественная характеристика
0	Никакого	Отсутствие запаха
1	Очень слабый	Обнаруживается при нагревании
2	Слабый	Обнаруживается только при тщательном обследовании
3	Заметный	Легко обнаруживается
4	Отчетливый	Заставляет воздерживаться от питья
5	Очень сильный	Вода не годится для любого употребления без специальной подготовки

Для определения интенсивности и характера запаха прилейте в колбу вместимостью 250-350 мл (или какой-либо другой чистый сосуд) 100 мл исследуемой воды и закройте пробкой. Несколько раз вращательными движениями тщательно перемешайте содержимое колбы. Откройте колбу и осторожно, неглубоко вдыхая воздух, определите характер и интенсивность запаха (температура воды должна быть около 20°C).

Если запах слабый, то воду в колбе следует нагреть до температуры 50-60°C, подержав колбу на горячей водяной бане.

Интенсивность запаха можно также определять разбавлением исследуемой пробы дистиллированной водой (если у вас в экспедиции нет дистиллированной воды, можно использовать прокипяченную и охлажденную чистую, например, водопроводную воду, которая не имеет собственного запаха). Разбавление осуществляют до тех пор, пока запах не исчезнет. Кратность разбавления определяет интенсивность запаха.

Определение запаха важно проводить в различные сезоны года и на разных участках водного объекта. Тогда появляется возможность проанализировать источник и причины появления запаха. Запишите результаты в журнал наблюдений.

Внешний вид водного объекта

Ранее уже упоминалось о том, что внешний вид водного объекта может дать очень важную информацию о качестве воды в нем.

Внешний вид водного объекта можно охарактеризовать также следующим образом:

- наличие или отсутствие пленок и пятен на поверхности воды, нефтяных пятен на берегу, на водных и прибрежных растениях;
- наличие и состав плавающего мусора или мусора на дне и берегах реки;
- искусственные или естественные запруды из веток или упавших деревьев;
- наличие омутов, отмелей и др.

Наличие или отсутствие нефтяных пленок (обычно радужных) и пятен на поверхности воды, нефтяных пятен на берегу и растениях характеризуют уровень загрязнения водного объекта, который можно выразить в баллах (см. табл. 10).

Таблица 10. Уровень загрязнения водного объекта по внешнему виду

Балл	Внешний вид загрязнения
1	Отсутствие пленок и пятен на поверхности воды
2	Отдельные пленки и пятна, в том числе нефтяные, на поверхности воды
3	Пленки нефти на водных растениях
4	Пятна и пленки нефти на большей части поверхности и берегах водного объекта
5	Поверхность воды покрыта нефтью даже во время волнения

Следует отметить, что причиной возникновения пленки на поверхности водного объекта могут быть и естественные природные факторы (например, торфяники). Это относится к уровню загрязненности в 2 балла. Поэтому следует внимательно изучить вид пленок. Торфяные (естественные) пленки обычно отличаются по своей структуре от нефтяных: они не сплошные, а разделены, как будто на осколки. Нефтяные пятна обычно сплошные, радужные, причем под разным углом зрения они переливаются разными цветами радуги, чего обычно не бывает с торфяными пленками.

Выражая в баллах уровень загрязненности водного объекта и его запах, можно получить сводные результаты, характеризующие общую степень загрязнения вод (см. табл. 11).

Таблица 11. Оценка степени загрязнения по запаху и внешнему виду

Степень загрязнения вод	Запах (балл)	Внешний вид (балл)
Очень чистые	0	1
Чистые	1	1
Умеренно загрязненные	2	2
Загрязненные	3	3
Грязные	4	4
Очень грязные	5	5

Обработка результатов и выводы

Для более объективной оценки качества воды обычно отбирается не одна, а несколько проб. Это дает возможность уменьшить неизбежные случайные погрешности при отборе проб и измерениях.

Определение органолептических показателей лучше проводить нескольким участникам. Результат в этом случае должен отражать точку зрения большинства или быть записан после общего обсуждения.

После выполнения всех определений, обязательно внесите полученные результаты для каждой исследуемой пробы в журнал наблюдений (см. образец в табл. 12).

Таблица 12. Обобщенные результаты исследования органолептических свойств воды

Номер пробы, дата, время и место отбора.....					
Характеристика	Единица измерения	Значение показателя			
		I	II	III ...	среднее
Температура	°С				
Цветность	словесное описание				
Осадок Объем Характер Цвет Состояние воды после выпадения осадка	словесное описание				
Мутность	словесное описание				
Прозрачность	см				
Запах Характер Интенсивность	словесное описание; баллы				
Внешний вид	словесное описание; баллы				

Теперь сделайте общий вывод об экологическом состоянии водного объекта. Следует иметь в виду, что часто бывает трудно только по однажды проведенным измерениям дать оценку качества воды. Очень важно возвращаться к реке или озеру неоднократно, в разные сезоны года и проводить измерения одинаковых параметров качества воды. Это позволит сравнивать результаты и делать более интересные и полезные выводы.

Другой совет заключается в том, что если вы обнаружили загрязнение воды, постарайтесь определить его причину. Как правило, причина загрязнения - хозяйственная деятельность человека (*антропогенное* загрязнение). В то же время, многие свойства воды определяются естественными причинами, и важно, чтобы эти причины не путали, так как от этого может зависеть будущее водного объекта.

Гидрохимические показатели качества воды

Меры безопасности при проведении химических анализов

1. Используемый вами набор реактивов для определения концентрации загрязняющих веществ в воде не должен содержать ядовитых веществ.
2. При работе в полевых и лабораторных условиях следует:
 - избегать попадания любых реактивов и растворов на кожу, слизистые оболочки, одежду и прочее;
 - при проведении работ не принимать пищу, не пить;
 - проверять герметичность упаковок, плотность закрытия крышек;
 - не вдыхать и не нюхать реактивы;
 - при работе со стеклянной посудой соблюдать осторожность;

- пользоваться шприцем или резиновой "грушей" с пипеткой при отборе растворов реактивов (не втягивать ртом!)
3. Избегать попадания щелочных и кислых растворов на кожу, слизистые оболочки, одежду и пр. При случайном попадании их на кожу быстро промокнуть тампоном (ватой, платком и пр.) и промыть чистой водой. При попадании в глаза быстро промыть большим количеством чистой воды и при первой же возможности обратиться за медицинской консультацией и помощью.

Теперь мы остановимся на группе показателей, которые называются гидрохимическими. *Гидрохимия*, то есть химия природных вод, очень важный раздел науки о качестве воды. Она использует множество различных химических, физических и прочих методов. Она интенсивно развивается, мы все больше узнаем о химии природных вод, о влиянии веществ, содержащихся в них, на живые организмы и человека.

Особенность гидрохимических показателей состоит в том, что они связаны с наличием в воде химических веществ, обычно растворенных. Они, как правило, не могут быть определены с помощью органов чувств. Нужны методы, позволяющие выявить наличие тех или иных химических веществ в воде и определить их содержание (концентрацию). Эти вещества имеют как естественные, так и антропогенные источники поступления в водный объект.

Гидрохимические показатели дают более точную, количественную информацию о качестве воды в водном объекте, чем органолептические, однако требуют оборудования, которое часто бывает очень сложным. Далее мы поговорим о простейших, но наиболее типичных показателях: водородном показателе (рН), жесткости и т.д.

В данном тексте материал сформирован таким образом, что каждый последующий показатель более сложен в определении, чем предыдущий. Здесь требуется определенный навык в работе, поэтому следует сначала, до выхода "в поле", провести обучение (тренировку) в школьной химической лаборатории. В качестве объекта анализа можно брать водопроводную воду, воду из колодца и т.д.

Водородный показатель (рН)

Ион водорода (H^+) - самый распространенный в водах. Он обязательно присутствует (наряду с ионом гидроксила OH^-) даже в дистиллированной воде.

Концентрация иона водорода меняется в водах в очень широком диапазоне. Например, в кислотах эта концентрация может быть 1 моль/л и больше, а в щелочах - 10^{-14} моль/л и меньше. Поэтому для удобства выражения содержания водородных ионов в воде была введена величина, представляющая собой логарифм их концентрации, взятый с обратным знаком:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+].$$

Величина **рН** воды - один из важнейших показателей качества вод. Концентрация ионов водорода имеет большое значение для химических и биологических процессов, происходящих в природных водах. От величины рН зависят развитие и жизнедеятельность водных растений, устойчивость различных форм миграции элементов, агрессивное действие воды на металлы и бетон. Величина рН воды также влияет на процессы превращения различных форм биогенных элементов, изменяет токсичность загрязняющих веществ.

В дистиллированной воде показатель рН близок к 7. По мере уменьшения величины рН от 7 вода все более приобретает кислые свойства. И наоборот, с ростом величины рН от 7 -

щелочные. Значение рН в речных водах обычно варьирует в пределах 6,5-8,5, в незагрязненных атмосферных осадках около 5,6, в болотах 4,5-6,0, в морских водах 7,9-8,3. Концентрация ионов водорода подвержена сезонным колебаниям. Зимой величина рН для большинства речных вод составляет 6,8-7,4, летом 7,4-8,2, то есть летом вода становится более щелочной. Это обусловлено жизнедеятельностью водных организмов и другими причинами. Величина рН природных вод определяется также составом пород, слагающих водосборный бассейн.

В соответствии с требованиями государственных стандартов к составу и свойствам воды для водных объектов - источников питьевого водоснабжения величина рН не должна выходить за пределы интервала значений 6,5-8,5. Такие же требования предъявляются к воде в зонах рекреации, а также если водные объекты имеют рыбохозяйственное значение.

Пониженные значения рН свидетельствуют о закислении водного объекта. Причинами закисления являются как антропогенные, так и природные факторы. Наиболее типичным природным фактором является поступление кислых вод природного происхождения, например, из болот, с подземными водами. Однако в последнее время основными факторами подкисления воды являются антропогенные, такие как атмосферные осадки (в атмосферу при сгорании топлива попадает большое количество кислых оксидов (серы, азота и пр.), которые при соединении с атмосферной влагой образуют кислоты, сбросы недостаточно очищенных сточных вод (в производствах часто используют кислоты).

Природные воды в зависимости от величины рН рационально делить на семь групп (см. табл. 13).

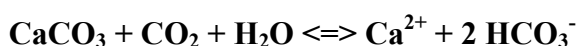
Таблица 13. Группы природных вод в зависимости от рН

Группа	рН
Сильнокислые воды	<3
Кислые воды	3-5
Слабокислые воды	5-6,5
Нейтральные воды	6,5-7,5
Слабощелочные воды	7,5-8,5
Щелочные воды	8,5-9,5
Сильнощелочные воды	>9,5

При попадании кислых осадков (загрязненных) в виде дождей, при таянии снега в водные объекты закисление проходит три стадии.

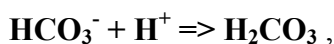
1. На первой стадии **рН** практически не меняется. Это объясняется самоочищающей способностью водоема, так называемой буферной емкостью, которая в основном обусловлена присутствием в воде диоксида углерода, гидрокарбонатных и карбонатных ионов.

Присутствующие в воде диоксид углерода, гидрокарбонатные и карбонатные ионы находятся в подвижном равновесии. Ниже приведена простейшая карбонатно-кальциевая система.



Каждая реакция характеризуется своей константой равновесия, так что при наличии в воде определенной концентрации ионов кальция обязательно устанавливаются определенные

концентрации диоксида углерода, гидрокарбонатных и карбонатных ионов. При попадании кислых осадков в водоем происходит следующая реакция:



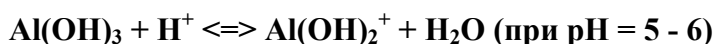
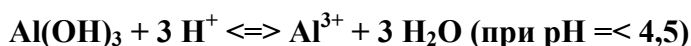
т.е. ионы гидрокарбоната "нейтрализуют" ионы водорода.

На первой стадии закисления водного объекта ионы гидрокарбоната успевают полностью нейтрализовать ионы H^+ и рН остается неизменной.

2. На второй стадии закисления количества гидрокарбонат-ионов уже не хватает для нейтрализации ионов H^+ . Растворение углекислого газа из атмосферы способствует поддержанию величины рН на определенном уровне. Величина рН воды на второй стадии обычно не поднимается выше 5,5 в течение всего года. О таких водоемах говорят как об умеренно кислых.

3. На третьей стадии закисления величина рН водоемов стабилизируется на значениях $\text{pH} < 5$ (обычно $\text{pH} = 4,5$). При этих значениях рН "нейтрализация" ионов H^+ происходит вследствие присутствия гумусовых веществ и соединений алюминия в водных объектах и почвенном слое.

С понижением рН в водном объекте происходят следующие реакции:



При этом если в воде присутствуют загрязняющие вещества, содержащие металлы в связанном состоянии (например, более токсичные медь, цинк и пр.), то при снижении величины рН наблюдается переход металлов в растворимые, более подвижные формы, значительно более токсичные.

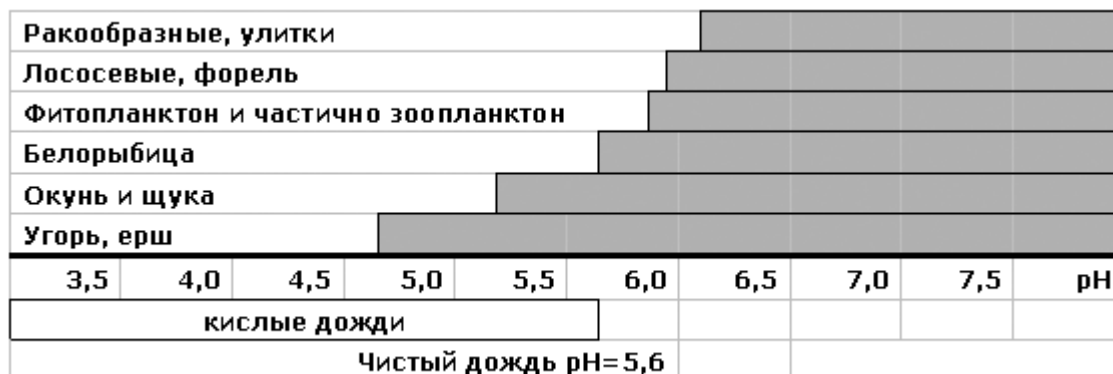


Рис.14. Диапазоны рН, благоприятные (заштриховано) для развития популяций водных организмов

В результате снижения рН (закисления водных объектов) происходят значительные изменения в видовом составе живых организмов. Влияние рН на состояние и разнообразие водных организмов представлено на рисунке 14.

Для **определения рН** можно использовать прибор рН-метр или специальную индикаторную бумагу, продающуюся в специализированных магазинах (см. [Приложение 5. Полезные адреса](#)). Следует помнить, что индикаторная бумага не дает точного результата, но более доступна. Универсальная лакмусовая бумага есть практически в каждой школе.

Перед определением пробирку или другую чистую стеклянную емкость следует несколько раз ополоснуть. Затем наливают достаточное количество воды, опускают на 1-2 секунды листок индикаторной бумаги и сравнивают ее цвет с контрольной шкалой.

Следует отметить, что перечисленные выше параметры не представляют сложности в определении и могут активно использоваться школьниками для анализа состояния водного объекта и определения качества воды.

Кроме описанных методов, для определения других важных веществ в природных водах используют более сложные методы, которые предназначены для выполнения школьниками старших классов под наблюдением учителя.

Для многих анализов требуются специальные приборы и реактивы, которые связаны с затратами. В некоторых случаях это представляет определенную проблему. Поэтому в данном методическом пособии описаны **только основные параметры**, отражающие загрязнение водного объекта, а также возможная **интерпретация результатов** и **причины**, вызывающие то или иное загрязнение. Химизм методов и сами методики определения изложены в **специализированной литературе**, на которую даны ссылки в [Приложении 6. Рекомендуемая литература](#). Также они обычно есть в специальных наборах для анализа воды полевыми методами (тест-комплектах), выпускаемых отечественными и зарубежными фирмами ("Кристалмас+", НАСН, HANNA, см. [Приложение 5. Полезные адреса](#)).

Жесткость

Жесткость воды представляет собой свойство природной воды, зависящее от наличия в ней, главным образом, растворенных солей кальция и магния. Это типичные вещества в природных водах. Кальций и магний входят в состав большинства минералов, слагающих поверхностные слои земли. В естественных условиях ионы кальция, магния и других щелочноземельных металлов, обуславливающих жесткость, поступают в воду в результате взаимодействия растворенного в воде диоксида углерода с карбонатными минералами и при других процессах растворения, химического выветривания горных пород. Источником этих ионов могут являться также микробиологические процессы, протекающие в почвах на площади водосбора, в донных отложениях, а также сточные воды различных предприятий. Вследствие распространенности этих элементов в природных водах неудивительно, что они играют важную роль в жизнедеятельности организмов: влияют на проницаемость клеточных мембран, формируют состав костной ткани высших животных.

Суммарное содержание солей кальция и магния называют **общей жесткостью**. Общая жесткость подразделяется на **карбонатную**, обусловленную концентрацией гидрокарбонатов (и карбонатов при $pH > 8,3$) солей кальция и магния, и **некарбонатную** - концентрацию в воде кальциевых и магниевых солей сильных кислот (хлоридов, сульфатов и пр.). При кипячении воды гидрокарбонаты переходят в карбонаты, которые выпадают в осадок, поэтому карбонатную жесткость называют **временной** или **устранимой**. Остающаяся после кипячения жесткость называется постоянной.

Результаты определения жесткости обычно выражают в мг-экв/л. Жесткость воды колеблется в широких пределах. Пресная вода с жесткостью менее 4 мг-экв/л считается мягкой, от 4 до 8 мг-экв/л - средней жесткости, от 8 до 12 мг-экв/л - жесткой и выше 12 мг-экв/л - очень жесткой. Общая жесткость колеблется от единиц до десятков, иногда сотен мг-экв/л, причем карбонатная жесткость обычно составляет до 70-80% от общей жесткости.

Химическим эквивалентом называется масса химического элемента, которая присоединяет или замещает массу водорода (в г), численно равную его атомной массе (практически 1). Поэтому 1 г-экв - это масса вещества в граммах, численно равная его атомной массе, если ион однозарядный, и численно равная половине его атомной

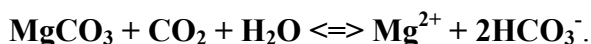
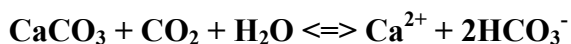
массы, если ион двухзарядный. Например, 1 г-экв гидрокарбонат-иона HCO_3^- равен 61 г ($1 + 12 + 3 \cdot 16 = 61$), а 1 г-экв карбонат-иона CO_3^{2-} равен $(12 + 3 \cdot 16) / 2 = 30$ г.

Чаще всего преобладает жесткость, обусловленная ионами кальция; однако в отдельных случаях магниевая жесткость может достигать 50-60%. Жесткость морской воды и океанов значительно выше (десятки и сотни мг-экв/л). Жесткость поверхностных вод подвержена заметным сезонным колебаниям, достигая обычно наибольшего значения в конце зимы и наименьшего в период половодья. Это связано с характером питания в разные сезоны года. Во время паводка происходит разбавление талыми, мягкими водами, а зимнее питание в основном подземное. Минерализация подземных вод обычно высокая.

Высокая жесткость ухудшает органолептические свойства воды, придавая ей горьковатый вкус и оказывая действие на органы пищеварения. Величина общей жесткости питьевой воды не должна превышать 10,0 мг-экв/л.

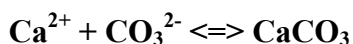
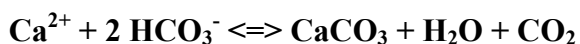
Карбонаты и гидрокарбонаты

Выше мы говорили о той большой роли в гидрохимии водного объекта, которую играют гидрокарбонатные и карбонатные ионы. Они определяют буферные свойства воды, то есть способность нейтрализовать попадание в водный объект кислых вод. Основным источником гидрокарбонатных и карбонатных ионов в поверхностных водах являются процессы химического выветривания и растворения карбонатных пород типа известняков, мергелей, доломитов, например:



Некоторая часть гидрокарбонатных ионов поступает с атмосферными осадками и грунтовыми водами. Гидрокарбонатные и карбонатные ионы выносятся в водоемы со сточными водами предприятий химической, силикатной, содовой промышленности и т.д.

По мере накопления гидрокарбонатных и особенно карбонатных ионов последние могут переходить в нерастворимые соединения и выпадать в осадок:



В речных водах содержание гидрокарбонатных и карбонатных ионов колеблется от 30 до 400 мг HCO_3^- /л, в озерах - до 500 мг HCO_3^- /л, в морской воде - от 100 до 200 мг/л, в атмосферных осадках - от 30 до 100 мг/л, в грунтовых - от 150 до 300 мг/л, в подземных водах - от 150 до 900 мг/л.

Растворенный кислород

Растворенный кислород находится в природной воде в виде молекул O_2 . На его содержание в воде влияют две группы противоположно направленных процессов: одни увеличивают концентрацию кислорода, другие уменьшают ее. К первой группе процессов, обогащающих воду кислородом, следует отнести:

- процесс поглощения кислорода из атмосферы;
- выделение кислорода водной растительностью в процессе фотосинтеза;
- поступление в водоемы с дождевыми и снеговыми водами, которые обычно пересыщены кислородом.

Поглощение кислорода из атмосферы происходит на поверхности водного объекта. С понижением температуры, повышением атмосферного давления и понижением концентрации растворенных неорганических веществ в воде равновесие процесса поглощения и высвобождения кислорода смещается в сторону поглощения. Обогащение глубинных слоев воды кислородом происходит в результате перемешивания водных масс, в том числе под действием ветра.

Фотосинтетическое выделение кислорода происходит при поглощении диоксида углерода водной растительностью (прикрепленными, плавающими растениями и фитопланктоном). Процесс фотосинтеза протекает тем интенсивнее, чем выше температура воды, больше биогенных (питательных) веществ (соединений фосфора, азота и др.) в воде. Фотосинтез возможен только при наличии солнечного освещения, поскольку в нем наряду с химическими веществами участвуют фотоны света (фотосинтез происходит даже в несолнечную погоду и прекращается в ночное время). Производство и выделение кислорода происходит в поверхностном слое водоема, глубина которого зависит от прозрачности воды (для каждого водоема и сезона может быть различной - от нескольких сантиметров до нескольких десятков метров).

К группе процессов, уменьшающих содержание кислорода в воде, относятся реакции потребления его на окисление органических веществ: биологическое (дыхание организмов), биохимическое (дыхание бактерий, расход кислорода при разложении органических веществ) и химическое (окисление Fe^{2+} , Mn^{2+} , NO_2^- , NH_4^+ , CH_4 , H_2S). Скорость потребления кислорода увеличивается с повышением температуры, количества бактерий, других водных организмов и веществ, подвергающихся химическому и биохимическому окислению. Кроме того, уменьшение содержания кислорода в воде может происходить вследствие выделения его в атмосферу из поверхностных слоев, но только в том случае, если вода при данных температуре и давлении окажется пересыщенной кислородом.

В поверхностных водах содержание растворенного кислорода изменяется в широких пределах - от 0 до 14 мг/л - и подвержено сезонным и суточным колебаниям. Суточные колебания зависят от интенсивности процессов его производства и потребления и могут достигать 2,5 мг/л растворенного кислорода и более. В зимний и летний периоды в водных объектах с высокими концентрациями загрязняющих органических веществ и в эвтрофированных водоемах, содержащих большое количество биогенных и легкоокисляемых органических веществ, может наблюдаться дефицит кислорода.

Кислородный режим оказывает глубокое влияние на жизнь водоема. Минимальное содержание растворенного кислорода, обеспечивающее нормальное развитие рыб, составляет около 5 мг O_2 /л. Понижение его до 2 мг/л вызывает массовую гибель (замор) рыбы. Неблагоприятно сказывается на состоянии водного населения и пересыщение воды кислородом в результате процессов фотосинтеза при недостаточно интенсивном перемешивании слоев воды.

В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов у пунктов питьевого и санитарного водопользования содержание растворенного кислорода в пробе, отобранной до 12 часов дня, не должно быть ниже 4 мг O_2 /л в любой период года. Для водоемов рыбохозяйственного назначения концентрация растворенного в воде кислорода в этом случае не должна быть ниже 4 мг O_2 /л в зимний период (при ледоставе) и 6 мг O_2 /л - в летний.

Зависимость класса качества водного объекта от содержания растворенного кислорода приведена в таблице 14.

Таблица 14. Зависимость класса качества водного объекта от содержания растворенного кислорода

Уровень загрязненности вод и класс качества	Концентрация растворенного кислорода		
	лето, мг O ₂ /л	зима, мг O ₂ /л	% насыщения
очень чистые, I	9	13-14	95
чистые, II	8	11-12	80
умеренно загрязненные, III	7-6	9-10	70
загрязненные, IV	5-4	4-5	60
грязные, V	3-2	3-4	30
очень грязные, VI	0	0	0

Биогенные вещества

Из школьного курса биологии известно, что органическое вещество на земле создается живыми растениями. Основными элементами, из которых строятся органические молекулы, являются углерод (С), водород (Н) и кислород (О). Однако построить живой организм только из этих основных элементов нельзя. По существу, растения используют многие из известных элементов для создания живого вещества, даже те, которые мы привыкли считать токсичными. Только растения используют эти элементы в очень малых количествах.

Поэтому многие элементы с правом могут называться биогенными, т.е. рождающими жизнь (по латыни био - жизнь, генез - возникновение, образование). Обычно их подразделяют на макро- и микроэлементы. В таблице 15 мы привели список макроэлементов, а также комментарии об их роли в биологических процессах живых организмов.

Кроме макрокомпонентов, биогенными являются некоторые микрокомпоненты. Среди них можно назвать следующие: марганец (при его недостатке у человека плохо растут кости), железо (нехватка вызывает малокровие), кобальт (анемия), медь (обесцвечивание волос), цинк, молибден, бор, фтор (при недостатке происходит разрушение зубов), йод (заболевания щитовидной железы).

Таблица 15. Основные биогенные макроэлементы

Элемент	Форма, в которой элемент поглощается растениями	Роль элемента и его участие в биологических процессах	Заболевания человека, связанные с недостатком элемента	В каких пищевых продуктах содержится
Азот, N	Нитрат NO ₃ ⁻ , Аммоний NH ₄ ⁺	Синтез белков, нуклеиновых кислот, хлорофилла и других органических соединений	Болезни обмена веществ	Белковые продукты (мясо, рыба, молоко)
Фосфор, P	Гидрофосфат HPO ₄ ²⁻ Дигидрофосфат H ₂ PO ₄ ⁻	Синтез белков, нуклеиновых кислот. Фосфат входит в состав костных тканей и мембран	Апатия, нервные расстройства	Молоко, рыба
Калий, K	Ион K ⁺	Функции мембран, проведение нервных импульсов. Поддержание баланса веществ	Встречаются редко	Овощи
Сера, S	Сульфат SO ₄ ²⁻	Синтез белков, ферментов		Постное мясо, рыба, молоко
Натрий, Na	Ион Na ⁺	Те же, как у калия. В организме происходит Na-K обмен	Мышечные судороги	Поваренная соль, селедка

Хлор, Cl	Хлорид Cl ⁻	Те же, как у калия и Na. Компонент желудочного сока	Мышечные судороги	Поваренная соль, селедка
Магний, Mg	Mg ²⁺	Входит в состав хлорофилла, костей, зубов		Овощи
Кальций, Ca	Ca ²⁺	Клеточные ткани, кости, эмаль зубов. Способствует свертыванию крови, работе мышц	Рахит	Молоко, жесткая вода

В природных водах наиболее важными среди биогенных элементов являются соединения азота и фосфора. Они регулируют многие процессы в водных объектах, следовательно, в повышенных концентрациях могут выступать как загрязняющие вещества.

Соединения азота

Азот содержится в природных водах в виде органических и неорганических соединений. Минеральный (неорганический) азот состоит из аммонийного (NH₄⁺), нитратного (NO₃⁻) и нитритного (NO₂⁻) азота.

Органические соединения природных вод, как правило, всегда содержат определенное количество азота. Они могут находиться в растворенном и взвешенном состоянии, а также в донных осадках. Все формы азота, включая и газообразную, способны к взаимным превращениям.

Повышенные концентрации ионов аммония и нитритов обычно указывают на свежее загрязнение, в то время как увеличение содержания нитратов - на загрязнение в предшествующее время.

Аммоний

Содержание ионов аммония в природных водах изменяется в интервале от 10 до 200 мкг/л.

Присутствие в незагрязненных поверхностных водах ионов аммония связано в основном с процессами биохимического разложения белковых веществ, аминокислот, мочевины. Основными источниками поступления ионов аммония в водные объекты являются животноводческие фермы, хозяйственно-бытовые сточные воды, поверхностный сток с сельхозугодий в случае использования аммонийных удобрений, а также сточные воды предприятий пищевой, коксохимической, лесохимической, химической и других отраслей промышленности.

В стоках промышленных предприятий содержится до 1 мг/л аммония, в бытовых стоках - 2-7 мг/л; с хозяйственно-бытовыми сточными водами в канализационные системы ежедневно поступает до 10 г аммонийного азота (в расчете на одного жителя).

Предельно допустимая концентрация в воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК_в) установлена в размере 2 мг/л по азоту или 2,6 мг/л в виде иона NH₄⁺.

Повышенная концентрация ионов аммония может быть использована в качестве индикаторного показателя, отражающего ухудшение санитарного состояния водного объекта, в первую очередь, бытовыми и сельскохозяйственными стоками.

Внимание! Во многих сборниках методик исследования воды описано определение иона аммония с использованием реактива Несслера. Этот метод в работе со школьниками использовать нельзя, так как реактив

Несслера содержит ртуть - очень ядовитое вещество. Необходимо использовать другие методы определения.

Нитраты

Присутствие нитратных ионов в природных водах связано с:

- внутриводоемными процессами окисления аммонийных ионов до нитратов в присутствии кислорода под действием нитрифицирующих бактерий;
- атмосферными осадками, которые поглощают образующиеся при атмосферных электрических разрядах оксиды азота (концентрация нитратов в атмосферных осадках может достигать значений 0,9-1 мг/л);
- промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, особенно после биологической очистки, когда их концентрация достигает 50 мг/л;
- стоком с сельскохозяйственных угодий и со сбросными водами с орошаемых полей, на которых применяются азотные удобрения.

Главными процессами, приводящими к снижению концентрации нитратов, являются потребление их фитопланктоном и особыми (денитрифицирующими) бактериями, которые при недостатке кислорода используют кислород нитратов для своей жизнедеятельности. При этом азот переходит в молекулярную форму и выделяется в атмосферу.

В поверхностных водах нитраты находятся в растворенной форме. Концентрация нитратов в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям: минимальная в вегетационный период, она увеличивается осенью и достигает максимума зимой, когда при минимальном потреблении азота происходит разложение органических веществ и переход азота из органических форм в минеральные. Значительные изменения концентраций нитратов со сменой сезонов может служить одним из показателей эвтрофирования водного объекта.

В незагрязненных поверхностных водах концентрация нитрат-ионов не превышает величины порядка десятков микрограммов в литре (в пересчете на азот). С нарастанием эвтрофикации абсолютная концентрация нитратного азота и его доля в сумме минерального азота возрастают, достигая сотен мг/л. В незагрязненных подземных водах содержание нитратных ионов обычно выражается сотыми, десятыми долями миллиграмма и реже единицами миллиграммов в литре. Подземные водоносные горизонты в большей степени подвержены нитратному загрязнению, чем поверхностные водоемы (в подземных водах обычно не происходят процессы денитрификации).

В воздействии на человека различают первичную токсичность собственно нитрат-иона; вторичную, связанную с образованием нитрит-иона, и третичную, обусловленную образованием из нитритов и аминов нитрозаминов. Смертельная доза нитратов для человека составляет 8-15 г; допустимое суточное потребление по рекомендациям FAO/ВОЗ (Всемирной организации здравоохранения) - 5 мг/кг массы тела.

Наряду с описанными эффектами воздействия немаловажную роль играет тот факт, что азот - это один из первостепенных биогенных (необходимых для жизни) элементов. Именно этим обусловлено применение соединений азота в качестве удобрений, но, с другой стороны, с этим связан вклад вынесенного с сельскохозяйственных земель азота в развитие процессов эвтрофикации (неконтролируемого роста биомассы) водоемов. Так, с одного гектара орошаемых земель может выноситься в водные системы 8-10 килограммов азота.

Предельно допустимая концентрация в воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК_в) установлена в размере 10 мг/л по азоту или 45 мг/л в виде иона NO₃⁻.

Нитриты

Нитриты представляют собой промежуточную ступень в цепи бактериальных процессов двух типов:

1. окисления аммония до нитратов (нитрификация в аэробных условиях);
2. восстановления нитратов до азота и аммиака (денитрификация при недостатке кислорода). Подобные окислительно-восстановительные реакции происходят как в природных водах, так и в установках по очистке хозяйственно-бытовых сточных вод (в аэротенках - для аэробных условий, то есть при избытке кислорода, или в метантенках - для анаэробных условий, - при недостатке кислорода). Нитриты также используются в качестве замедлителей коррозии в процессах водоподготовки технологической воды и поэтому могут попасть и в системы хозяйственно-питьевого водоснабжения. Широко известно также применение нитритов для консервирования пищевых продуктов.

В поверхностных водах нитриты находятся в растворенном виде. Повышенное содержание нитритов указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях более медленного окисления NO₂⁻ в NO₃⁻, что указывает на загрязнение водного объекта и является важным санитарным показателем.

Концентрация нитритов в поверхностных водах составляет сотые (иногда даже тысячные) доли миллиграмма в 1 л; в подземных водах концентрация нитритов обычно выше, особенно в верхних водоносных горизонтах (сотые, десятые доли миллиграмма в 1 л).

Сезонные колебания нитритов характеризуются отсутствием их зимой и появлением весной при разложении органических остатков. Наибольшая концентрация нитритов наблюдается в конце лета, их присутствие связано с активностью фитопланктона (установлена способность диатомовых и зеленых водорослей восстанавливать нитраты до нитритов). Осенью содержание нитритов уменьшается.

Предельно допустимая концентрация нитритов в воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК_в) установлена в размере 3,3 мг/л в виде иона NO₂⁻ или 1 мг/л в пересчете на азот нитритов.

Соединения фосфора

Фосфор может присутствовать в природных водах в различных формах. Основными формами являются дигидрофосфаты (ортофосфаты) H₂PO₄⁻, гидрофосфаты HPO₄²⁻ и органический фосфор, доступные формы которого содержатся в детрите (отмерших органических частицах взвеси) или донных осадках. Соединения фосфора содержатся в природных водах как в растворенном, так и взвешенном состоянии.

В водном объекте происходит обмен фосфором между его минеральными и органическими формами с одной стороны, и живыми организмами - с другой, и эти процессы являются основными факторами, определяющим концентрацию форм.

Соединения минерального фосфора поступают в природные воды в результате выветривания и растворения пород, содержащих ортофосфаты (апатиты и фосфориты). Также они поступают в водные объекты с поверхности водосбора в виде орто-, мета-, пиро- и полифосфат-ионов (удобрения, синтетические моющие средства, добавки, предупреждающие образование накипи в котлах и т.п.), со стоками с ферм, с

недоочищенными или неочищенными бытовыми сточными водами, с некоторыми производственными отходами, образуются при биологической переработке остатков животных и растительных организмов.

Концентрация фосфатов в природных водах обычно очень мала - сотые, редко десятые доли миллиграммов фосфора в литре, в загрязненных водах она может достигать нескольких миллиграммов в 1 л. Подземные воды содержат обычно не более 100 мкг/л фосфатов; исключения составляют воды в районах залегания фосфорсодержащих пород.

Содержание соединений фосфора подвержено значительным сезонным колебаниям, поскольку оно зависит от соотношения интенсивности процессов фотосинтеза и биохимического окисления органических веществ. Минимальные концентрации фосфатов в поверхностных водах наблюдаются обычно весной и летом, максимальные - осенью и зимой.

Фосфор - важнейший биогенный элемент, чаще всего лимитирующий развитие продуктивности водоемов. Поэтому поступление избытка соединений фосфора с водосбора приводит к резкому неконтролируемому приросту растительной биомассы водного объекта (это особенно характерно для непроточных и малопроточных водоемов). Происходит эвтрофикация водного объекта, сопровождающаяся перестройкой всего водного сообщества и ведущая к преобладанию гнилостных процессов (и, соответственно, возрастанию мутности, концентрации бактерий, снижению концентрации растворенного кислорода и пр.).

В методике оценки экологической ситуации, принятой Госкомэкологией РФ, рекомендован норматив содержания растворимых фосфатов в воде - 50 мкг/л.

Железо

Железо также является одним из важнейших биогенных элементов и влияет на интенсивность развития фитопланктона и качественный состав микрофлоры в водоеме. В природных водах присутствуют соединения двух- и трехвалентного железа. В результате химического и биохимического окисления (при участии железобактерий или кислорода) Fe(II) переходит в Fe(III), который, гидролизуясь, выпадает в осадок в виде Fe(OH)₃. В природных водах Fe(III), как правило, образует гидроксокомплексы. Основной формой нахождения Fe(III) в поверхностных водах являются комплексные соединения его с растворенными неорганическими и органическими соединениями, главным образом гумусовыми веществами. При pH \geq 8,0 основной формой является Fe(OH)₃. Поэтому железо в природных водах содержится как в растворенном, так и взвешенном состоянии и донных осадках.

Основными источниками соединений железа в поверхностных водах являются процессы химического выветривания горных пород, сопровождающиеся их механическим разрушением и растворением, а также поступление с подземным стоком и сточными водами предприятий металлургической, металлообрабатывающей, текстильной, лакокрасочной промышленности и сельскохозяйственными стоками.

Содержание железа в поверхностных водах суши составляет десятые доли миллиграмма в 1 л, вблизи болот - единицы миллиграммов в 1 л. Повышенное содержание железа наблюдается в болотных водах. Наибольшие концентрации железа (до нескольких десятков и сотен миллиграммов в 1 л) наблюдаются в подземных водах с низкими значениями pH. При этом в подземных водах железо содержится, как правило, в форме Fe(II). Однако попадая на поверхность, Fe(II) переходит в форму Fe(III), при этом образуется осадок. Мы это хорошо знаем по собственному опыту, если используем для питья железистую подземную воду (таких источников много в Центрально регионе России) с характерным бурым осадком.

Концентрация железа подвержена заметным сезонным колебаниям. Обычно в водоемах с высокой биологической продуктивностью в период летней и зимней стагнации заметно увеличение концентрации железа в придонных слоях воды. Осенне-весеннее перемешивание водных масс сопровождается окислением Fe(II) в Fe(III) и выпадением последнего в виде Fe(OH)₃.

Содержание железа в воде выше 1-2 мг Fe/л значительно ухудшает органолептические свойства, придавая ей неприятный вяжущий вкус, и делает воду малопригодной для использования в технических целях. ПДК_в железа составляет 0,3 мг Fe/л, для водоемов рыбохозяйственного значения ПДК_{вр} для железа - 0,1 мг/л.

Обработка результатов гидрохимических исследований

Заключительный этап гидрохимических исследований состоит в обработке и анализе полученных результатов, от которого зависит эффективность вашей работы и пригодность ее для использования другими людьми. Поэтому относитесь к этому этапу с особой "трепетностью".

Сведите результаты всех измерений в предлагаемую таблицу 16.

Таблица 16. Результаты гидрохимических исследований

Параметр	№ пробы			
	1	2	3	4 ...
Общая жесткость, мг-экв/л				
Карбонаты, мг/л				
Гидрокарбонаты, мг/л				
Карбонатная жесткость, мг-экв/л				
Растворенный кислород, мг/л				
Аммоний, мг N/л				
Нитраты, мг N/л				
Фосфаты, мг/л				
Железо, мг/л				

Для каждой пробы должно быть точно указано, где (в каком водном объекте, в каком месте, на какой глубине), когда и кем отобрана проба и выполнен анализ.

Особую ценность получают ваши измерения, если параллельно будут выполнены гидрометеорологические измерения (см. ранее), а также гидробиологические (см. далее).

Проанализируйте полученные результаты, сравнивая, например, с предельно допустимыми концентрациями для водных объектов рыбохозяйственного, а также хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. На этой основе вы можете выделить те компоненты или характеристики качества воды, которые вызывают опасение.

Постарайтесь проводить измерения в различные сезоны (половодье, летне-осеннюю межень, летне-осенние дожди, зимнюю межень), а также помните, что особую ценность имеют ряды наблюдений, то есть когда собраны результаты за несколько лет. При этом не обязательно стремиться определить как можно больше различных параметров, важнее, если хотя бы простейшие анализы выполняются систематически.

Постарайтесь найти результаты исследований других организаций, например, отделениях Росгидромета (Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды), санитарно-эпидемиологической службы (ЦГСЭН или СЭС, региональные отделения Департамента Госсанэпиднадзора Министерства здравоохранения России) и других. Часто можно найти эти данные в других местных организациях, например, в национальных парках, службах санитарно-экологического контроля предприятий. Они могут быть получены за различные годы. Сравните с ними полученные вами результаты.

Существует большое количество методов исследования качества воды. Среди них есть методы, позволяющие также оценить общее состояние водоема по разнообразию живых организмов, обитающих в нем. [Следующая глава](#) посвящена этим методам.

7. Биологическая оценка состояния пресного водоема

Кроме предложенных в предыдущих главах способов исследования географических, физических, гидрологических и гидрохимических характеристик водного объекта, есть еще один интересный подход для увлеченных биологией, а также для тех, кто просто любит наблюдать за живой природой. Этот способ наблюдений основан на том, что живые организмы обладают различной чувствительностью к качеству воды, поэтому по разнообразию живущих в водоеме организмов можно судить о его состоянии, степени загрязненности. Этот способ оценки состояния природной среды называется **биоиндикацией**.

Существует много различных методик, основанных на применении биоиндикации. Некоторые из них дают точные результаты, но работать по этим методикам могут лишь специалисты, хорошо разбирающиеся в водных организмах. Кроме сложных методик, есть совсем простые, однако результаты работы по ним бывают не всегда надежны. Для работы отрядов юных исследователей предлагаются четыре метода (три - по животным и один - по растениям), которые сочетают в себе простоту в использовании и точность оценки. Полученные с их помощью данные следует считать результатами *предварительной* оценки качества воды, которую можно при желании подтвердить с привлечением специалистов.

Если у вас к моменту начала биологических исследований уже есть свои или собранные из других источников данные о составе воды, можно попробовать определить ее качество по известным параметрам. Качество воды в водоеме принято оценивать по классам с расчетом специального показателя - ККВ (Класс Качества Воды). Существуют семь классов качества: 1 класс - очень чистая вода, 2 - чистая, 3 - умеренно загрязненная, 4 - загрязненная, 5 - грязная, 6 - очень грязная, 7 - чрезвычайно грязная. В таблице 17 приведены диапазоны некоторых показателей состава воды, характерные для различных классов качества.

Приведенные в этой главе методики позволят вам также определить, к какому классу относится вода исследуемого водоема, но уже при помощи наблюдений за живыми организмами. Сравните полученные результаты. Если есть большое расхождение в оценках по разным методикам, следует еще раз обратить внимание на правильность выполнения методик. Если расхождение незначительное, то серия наблюдений позволит в дальнейшем прийти к какому-нибудь одному выводу.

Внимание! Не забывайте записывать полученную вами информацию - это очень важно для того, чтобы ваш труд не пропал даром, и ваши результаты в будущем оказались полезны вам и вашим последователям.

Таблица 17. Классы качества воды и соответствующие им показатели состояния водоема

ККВ	Состояние воды	Азот аммонийный, мг/л	Азот нитратный, мг/л	Фосфаты, мг/л	Кислород (% от насыщения)	БПК ₅ , мг/л	Coli-индекс (колоний на мл)
1-2	чистая	<0,4	<0,3	<0,05	90-100	0-3	менее 50
3	умеренно загрязненная	0,4-0,8	0,3-0,5	0,05-0,07	80-90	3-5	50-100
4	загрязненная	0,8-1,5	0,5-1,0	0,07-0,1	50-80	5-7	100-1000
5-6	грязная	1,5-5,0	1,0-8,0	0,1-0,3	5-50	7-10	1000-20000

Примечания.

БПК - биохимическое потребление кислорода. Этот показатель качества указывает на суммарное содержание в воде органических веществ, которые могут быть окислены в процессе жизнедеятельности микроорганизмов. БПК₅ определяют измерением количества кислорода (мг/л), израсходованного на биохимическое окисление этих веществ за 5 суток. В грязной воде органических веществ может быть больше, чем в чистой, соответственно, больше кислорода потребуется на их окисление. Поэтому, чем больше загрязненность воды в водоеме, тем выше значение БПК.

Coli-индекс (коли-индекс) - наиболее распространенный показатель бактериального загрязнения воды, показывает наличие в ней кишечных палочек. В нашем случае измеряется количеством колоний бактерий в 1 мл исследуемой воды. Некоторые виды кишечной палочки вызывают серьезные инфекции, поэтому чем выше коли-индекс, тем более загрязненной является вода и менее пригодной для использования человеком.

Многообразие живых организмов в водоеме зависит от многих условий: времени года, месяца, состояния берегов, дна, воды, характера хозяйственной деятельности в водосборе. Поэтому важно сопровождать биологические исследования наблюдением за остальными характеристиками водного объекта. Как это сделать, можно узнать из глав 4. [Изучение малой реки](#) и 5. [Изучение малого водоема](#) этой книги. Когда описание водоема будет составлено и занесено в журнал наблюдений, можно приступать к отлову водных организмов и растений.

Как отлавливать водные организмы

Чтобы получить достоверные данные для оценки состояния водоема, нужно собрать как можно больше разных организмов. В ней должны быть представлены животные, обитающие на дне, в зарослях водной растительности и быстро плавающие в водной толще. Для их отлова понадобятся *сачок* и специальная *банка*. Дополнительно нужно осмотреть водные растения, камни и коряги, лежащие в воде. Под ними часто можно обнаружить спрятавшиеся живые существа.

Донный грунт на небольшой глубине можно отобрать, используя *чистую* большую консервную *банку* с диаметром дна не менее 10-15 см. С одной ее стороны крышка полностью удаляется, а оставшиеся острые края оббиваются молотком. Не поручайте эту работу детям, - они могут пораниться. С противоположной стороны в дне банки делается одно или несколько маленьких отверстий для слива воды. Такую банку вкручивают днищем вверх в мягкий донный грунт на глубину 10-15 см, после чего аккуратно переворачивают и вытаскивают на берег (рис. 15 а, 15 б).

Вынутый грунт необходимо промыть. Для этого можно использовать сито, если его ячейки не крупнее 1-1,5 мм, иначе сквозь них уйдет слишком много водных организмов. Также подойдет синтетическая сетка, которую используют на окнах для защиты от комаров.

Перевернув банку, грунт переносят в сито или на сетку, затем наполовину погружают в воду и аккуратно встряхивают до тех пор, пока вода в сите не станет относительно прозрачной (рис. 15 в). Оставшихся в сите животных вместе с крупными частицами грунта вытряхивают в подходящую светлую посуду или емкость (таз, миску, фотографическую кювету) с 2-3 сантиметровым слоем воды и приступают к определению (рис. 15 г).

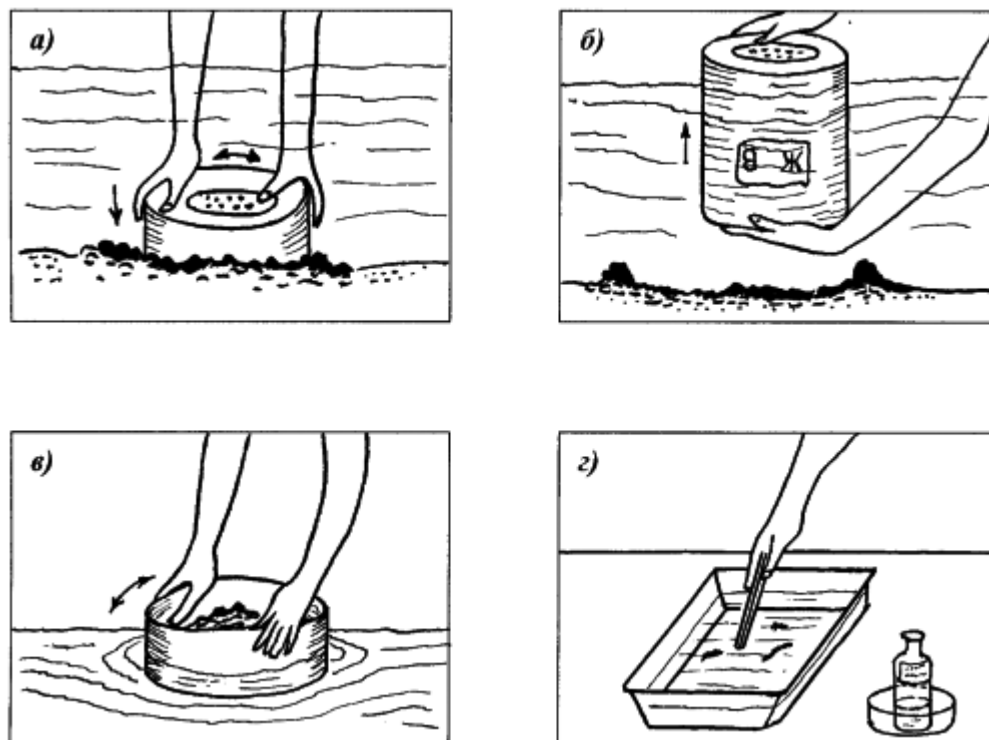


Рис. 15. Как отбирать водные организмы

Чтобы получить достоверные данные о живых организмах небольшого водоема нужно отобрать не менее 5 проб описанным способом.

Для сбора организмов, плавающих в воде, нужно использовать *сачок*. Ширина (диаметр) входного отверстия сачка должен быть не менее 25-30 см, а длина его - в 2,5 раза больше. Такой сачок можно изготовить самим, и при этом лучше использовать бязь, а не обычную марлю. Марля не подходит для ловли обитателей водоема из-за своей невысокой прочности. Сшейте матерчатый мешочек нужного вам размера, а затем свободный его конец прикрепите (пришейте) нитками к проволочному или пластмассовому кольцу или куску старого резинового шланга. Очень удобно использовать для изготовления сачка проволочные плечики для одежды, при этом крючок можно использовать для прикрепления сачка к ручке - на рис. 16 показано, как это делается. Если вы исследуете мелкий пруд, то вполне сгодится и обычный аквариумный сачок. Чтобы удлинить сачок, его крепят к ручке длиной 1,5-2 м - это может быть любой шест или палка, например, ручка от швабры. Эту ручку можно разметить, нанеся деления через каждые 10 см. Таким образом вы получите удобный инструмент - им можно измерять глубину и отбирать водные организмы.

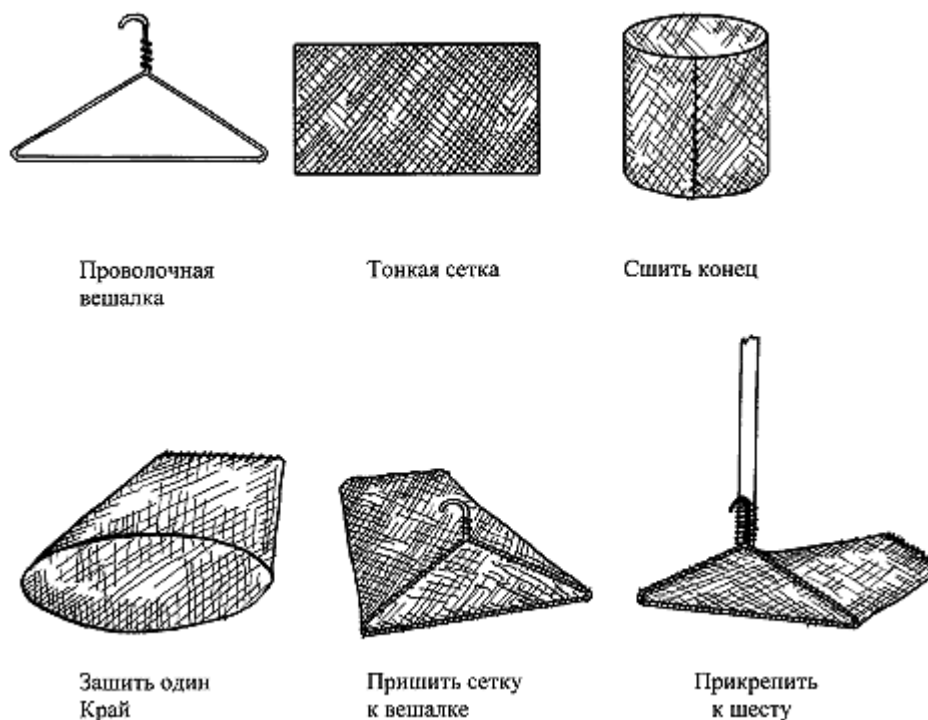


Рис. 16. Сачок для отлова водных организмов.

Погрузив сачок в воду, им описывают плавные восьмерки. При этом сачок всегда должен оставаться расправленным. В реке с сильным течением сачок нужно располагать против течения. При отборе образцов в стоячей воде делать это надо тихо и осторожно, чтобы не спугнуть водных жителей. По возможности следует проводить сачком ближе ко дну, около зарослей водной растительности, у камней. После нескольких движений сачком его вынимают и пойманные организмы вытряхивают в кювету. Если в сачок попало большое количество грунта, его необходимо промыть на сите, или в самом сачке.

Обязательно поищите животных на растениях, камнях и корягах, поднятых со дна. При подъеме донных предметов лучше прямо под водой положить их в сетку сачка, иначе в процессе подъема многие животные могут убежать.

Можно также соорудить простую ловушку для прикрепляющихся водных организмов. Обвяжите веревкой камень или кирпич, закрепите веревку на берегу и аккуратно опустите вашу ловушку на дно (рис. 17). В таком положении ее надо оставить, по крайней мере, на две недели, чтобы прикрепляющиеся организмы смогли заселить камни. Вытаскивать ловушку из воды надо осторожно и не торопясь, чтобы не спугнуть и не растерять собранный "улов". Отвязав веревку, положите камень в таз со свежей природной водой и рассмотрите прикрепившихся животных. Не забывайте после окончания ваших исследований возвращать организмы в среду обитания вместе с их новым домом - камнями, которые они заселили. Использование ловушки, хотя и требует значительного времени, очень удобно на больших глубинах, где невозможно отобрать образцы сачком или банкой.

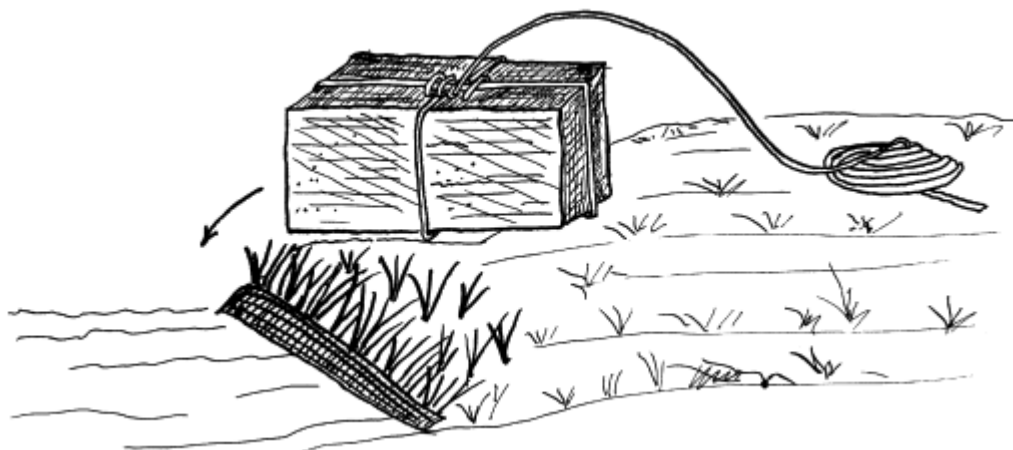


Рис. 17. "Ловушка" для водных организмов

После того, как организмы пойманы, нужно определить, к каким видам они принадлежат. Для этого необходимо рассмотреть весь находящийся в тазике или кювете улов. Животных вынимают аккуратно пинцетом и сажают в небольшие емкости с водой (например, в чистые баночки из-под лекарств или чашки Петри). Разных животных сажают в разные баночки. Так их будет легче сосчитать и не потерять что-нибудь из улова. Важно отсадить отдельно крупных животных и хищников, так как они могут съесть или раздавить своих соседей. Для ловли мелких животных можно использовать пипетку. Быстро плавающих удобно отлавливать из кюветы при помощи чайной ложки.

Когда все организмы будут рассажены по банкам, можно приступать к определению их видовой принадлежности.

Внимание! Все живые организмы, оставшиеся в кювете, необходимо вернуть в тот же водоем.

Определение видовой принадлежности водного организма

Существует несколько разных определителей видовой принадлежности водных организмов. Например, у НПО "Крисмас+" есть очень хороший определитель (см. [Приложение 5. Полезные адреса](#)). Если же вам не удалось запастись определителем, то можно воспользоваться специально подготовленной для вас по материалам британского проекта RiverWatch [таблицей 20](#) с описанием живых организмов.

Выберите организм для определения, внимательно его рассмотрите. Запишите, какие организмы вам удалось обнаружить в водоеме.

Оценка состояния водоема

Биотический индекс Вудивисса

Этот метод оценки состояния водоема пригоден **только для исследования рек** умеренного пояса и не подходит для озер и прудов. Оценка состояния рек проводится по 15-балльной шкале. В этом методе используется специальный показатель, который называется *биотический индекс Вудивисса*. Его определяют по специальной таблице ([табл. 18](#)). Для того, чтобы оценить состояние водоема по методу Вудивисса, нужно:

1. Выяснить, какие *индикаторные* (показательные) группы имеются в исследуемом водоеме. Поиск начинают с наиболее чувствительных к загрязнению групп организмов - веснянок, затем поденок, ручейников, т.е. в том порядке, в котором эти группы расположены в табл. 18. Если в исследуемом водоеме имеются личинки веснянок (Plecoptera), то дальнейшую

работу надо вести по первой или второй строчке таблицы. Если найдено несколько видов веснянок, то наша строка в таблице - первая, если найден только один вид - наша строка вторая.

Если личинок веснянок в наших пробах нет, в них ищут личинок поденок (Ephemeroptera). Если они найдены, то, в зависимости от количества найденных видов, мы будем работать с третьей или четвертой строкой. При отсутствии личинок поденок надо обратить внимание на наличие личинок ручейников (Trichoptera) и т.д.

2. Затем необходимо оценить общее разнообразие бентосных организмов. Надо определить количество "групп" бентосных организмов в пробе. При использовании метода Вудивисса за "группу" принимается **любой вид** плоских червей, моллюсков, пиявок, ракообразных, водяных клещей, веснянок, сетчатокрылых, жуков, любой вид личинок других насекомых. А также:

- **семейство** комаров-звонцов (личинки), кроме вида *Chironomus sp.*;
- отдельно **Chironomus sp.**;
- **класс** малощитинковые черви;
- **любое семейство** ручейников;
- **любой род** поденок, кроме *Baetis rhodani*;
- личинки мошки (**семейство Simuliidae**).

Определив количество групп в нашей пробе, находим соответствующий столбец в таблице (табл. 18).

3. На пересечении найденных нами строки и столбца в таблице находим *индекс Вудивисса*. Его значение изменяется от 0 до 15 и измеряется в баллах. Состояние исследуемого водоема по этому индексу определяется следующим образом:

0-2 балла - очень сильное загрязнение (5-7 класс качества), водное сообщество находится в сильно угнетенном состоянии.

3-5 баллов - значительное загрязнение (4-5 класс качества).

6-7 баллов - незначительное загрязнение водоема (3 класс качества).

8-10 баллов и выше - чистые реки (1-2 класс качества)

Таблица 18. Определение биотического индекса Вудивисса.

Наличие видов-индикаторов	Кол-во видов-индикаторов	Общее количество присутствующих групп бентосных организмов					
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	20-...
Личинки веснянок (Plecoptera)	Более 1 1 вид	-	7	8	9	10	11-...
		-	6	7	8	9	10-...
Личинки поденок (Ephemeroptera)	Более 1 1 вид	-	6	7	8	9	10-...
		-	5	6	7	8	9-...
Личинки ручейников (Trichoptera)	Более 1 1 вид	-	5	6	7	8	9-...
		4	4	5	6	7	8-...
Бокоплавцы		3	4	5	6	7	8-...
Водяной ослик (<i>Asellus aquaticus</i>)		2	3	4	5	6	7-...

Олигохеты или личинки звонцов	1	2	3	4	5	6-...
Отсутствуют все приведенные выше группы	0	1	2	-	-	-

Оценка состояния водоема по методу Вудивисса требует навыков по определению водных беспозвоночных. Это достаточно сложная задача, но она вполне по силам школьникам старших классов под руководством преподавателя. Индекс Вудивисса достаточно часто применяется в гидробиологических исследованиях, особенно за рубежом. Использование этого метода дает возможность сравнивать результаты ваших исследований с другими.

Индекс Майера

Эта методика подходит для **любых типов водоемов**. Она более простая и имеет большое преимущество - в ней не надо определять беспозвоночных с точностью до вида. Метод основан на том, что различные группы водных беспозвоночных приурочены к водоемам с определенной степенью загрязненности. При этом организмы-индикаторы относят к одному из трех разделов, представленных в таблице 19.

Таблица 19. Индекс Майера.

Обитатели чистых вод, X	Организмы средней чувствительности, Y	Обитатели загрязненных водоемов, Z
Личинки веснянок Личинки поденок Личинки ручейников Личинки вислокрылок Двустворчатые моллюски	Бокоплав Речной рак Личинки стрекоз Личинки комаров-долгоножек Моллюски-катушки, моллюски-живородки	Личинки комаров-звонцов Пиявки Водяной ослик Прудовики Личинки мошки Малощетинковые черви

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. Получившиеся цифры складывают:

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













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

- более 22 баллов - водоем чистый и имеет 1 класс качества;
- 17-21 баллов - 2 класс качества;
- 11-16 баллов - умеренная загрязненность водоема, 3 класс качества;
- менее 11 - водоем грязный, 4-7 класс качества.

Простота и универсальность метода Майера дают возможность быстро оценить состояние исследуемого водоема.

Конечно, точность приведенных методов невысока. Тем не менее, если проводить исследования качества воды регулярно в течение какого-то времени и сравнивать полученные результаты, то даже с использованием этих простых методов можно уловить, в какую сторону изменяется состояние водоема.

Таблица 20. Вид и описание обитателей пресных водоемов

 <p>1. Личинка поденки плавающая (до 11 мм). Торпедообразное тело, 3 хвостовых нити. Ряды жабр вдоль тела. Быстро плавает.</p>	 <p>2. Личинка поденки сжатая (до 7 мм). 3 хвостовых нити, 6 ног. Похожа на плавающую личинку, но часто зарывается в ил, покрыта грязью.</p>	 <p>3. Личинка поденки плоская (до 16 мм). Плоское тело с серповидной головой. 3 хвостовых нити, 6 ног. Чаще ползает, чем плавает.</p>
 <p>4. Личинка поденки норная (например, личинка белой поденки), до 40 мм. 3 хвостовых нити, 6 ног. Два ряда жабр вдоль длинного коричневого тела.</p>	 <p>5. Личинка равнокрылой стрекозы (до 30 мм). 3 плоских хвостовых нити. Тело обычно зеленого или коричневого цвета. При плавании тело движется из стороны в сторону.</p>	 <p>6. Личинка разнокрылой стрекозы (до 70 мм). 6 ног, хвост разветвлен на 3 части, но не так явно, как у личинок поденки.</p>
 <p>7. Личинка веснянки (до 30 мм в длину). 6 ног, 2 длинных хвостовых нити. Ползает медленно. Жабры не обязательно выражены.</p>	 <p>8. Личинка ручейника в домике (до 55 мм в длину). Живет в переносном домике из растительных минеральных частиц, скрепленных выделениями прядильных желез.</p>	 <p>9. Личинка ручейника, без домика (до 26 мм). 6 ног, обычно темная голова и более светлое тело, 2 крючка на конце хвоста.</p>
 <p>10. Личинка вислокрылки (до 40 мм). Длинные ряды жабр вдоль плотного коричневого тела. Один хвост.</p>	 <p>11. Личинка мошки речной (или одагмии пятнистой, до 15 мм). Передвигается, скручиваясь в петли и распрямляясь. Конец тела утолщенный. Часто прикреплена присоской к камням.</p>	 <p>12. Личинка долгоножки (до 30 мм). Серое червеобразное туловище, два крючка на хвосте.</p>



13. Личинка комара-звонца (до 20 мм длиной).

Мотыль. Ярко-красный или зеленый червячок, плавает, складываясь восьмеркой и распрямляясь.



14. Энхитрей беловатый (до 40 мм).

Похож на дождевого червя. Тусклая розовато-коричневая окраска.



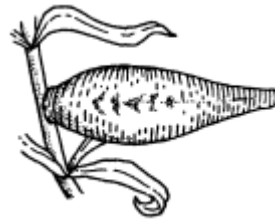
15. Личинка мухи-журчалки, "крыска" (до 55 мм).

Серое утолщенное тело и очень длинная дыхательная трубка на поверхности воды.



16. Планария молочно-белая (плоский червь).

Очень плоская, до 40 мм в длину, иногда с рожками или с точечными глазками. Скользит по камням.



17. Пиявка обыкновенная (до 30 мм в длину).

Сегментированное тело с присосками на концах. Плавает или передвигается, складываясь в петли и распрямляясь.



18. Водные брюхоногие моллюски (до 50 мм в длину).

Много типов со спиралевидными (улитки, прудовики) и катушечными (катушки) раковинами.



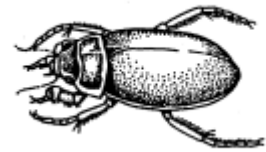
19. Шаровка роговая (до 20 мм).

Небольшая чашеобразная раковина. Вершина створок раковины сдвинута в сторону.



20. Горошинка речная (до 15 мм).

Сероватая раковина, скошенная на сторону (похожа на сердцевидку съедобную)



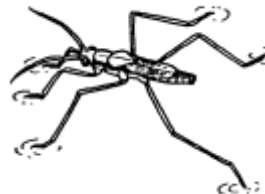
21. Водяные жуки (различной величины, много типов - плавунцы, полоскуны, плавунчики, гребцы, водолюбы).

Сложенные жесткие надкрылья образуют полосу вдоль спины. Ползают или плавают.



22. Гребляк точечный (до 17 мм в длину).

Крупные задние ноги похожи на весла. Быстро плавает в толще воды.




23. Водомерка (до 18 мм в длину).

Тело черное, скользит по поверхности воды.



24. Водяной ослик (до 12 мм в длину).

Темное плоское серовато-коричневое тело. Ползает среди растений и по дну).

 <p>25. Бокоплав (Пресноводная креветка, длиной до 20 мм). Плавает боком, очень быстро. Цвет - от серого до красноватого.</p>	 <p>26. Клещ географический (2-3 мм). Очень маленькое округлое тело. Похож на паука. Быстро плавает.</p>	
---	--	--

Метод оценки состояния водоема в проекте RiverWatch

Метод также основан на различной чувствительности организмов к качеству воды. В этом методе вода в зависимости от качества делится на 5 категорий: отличное, хорошее, нормальное, плохое, очень плохое. Метод очень прост и вполне применим в Центральном регионе России, но точность его также невысокая. Таблица 21 содержит перечни организмов, живущих в воде разного качества.

Таблица 21. Метод определения состояния пресного водоема в проекте RiverWatch

Качество воды	Организмы
Отличное	Личинка поденки плоская, личинка поденки норная, личинка веснянки, личинка ручейника в домике, личинка разнокрылой стрекозы, бокоплав (пресноводная креветка), личинка поденки плавающая, гребляк точечный, личинка вислокрылки, водные брюхоногие моллюски
Хорошее	Личинка ручейника в домике, личинка разнокрылой стрекозы, бокоплав (пресноводная креветка), личинка поденки плавающая, водяной ослик, гребляк точечный, личинка вислокрылки, водные брюхоногие моллюски, личинка комара-звонца, энхитрей беловатый, личинка мухи-журчалки ("крыска")
Нормальное	Личинка поденки плавающая, водяной ослик, гребляк точечный, личинка вислокрылки, водные брюхоногие моллюски, личинка комара-звонца, энхитрей беловатый, личинка мухи-журчалки ("крыска")
Плохое	Личинка комара-звонца, энхитрей беловатый, личинка мухи-журчалки ("крыска")
Очень плохое	Нет живых организмов

Оценка состояния водного объекта по ряске*

Исследования по описанным ранее методам проводятся по животным организмам. Предлагаем вашему вниманию метод, основанный на наблюдениях за состоянием водных растений.

Род Ряска включает в себя около 9 видов рясок. Это водное, свободно плавающее, многолетнее травянистое растение. Ряска относится к плавающим пелагическим организмам, то есть тем, которые обитают в толще воды и на ее поверхности.

Ряску можно встретить повсюду: в лужах, мелких прудах, канавах, запрудах и других хорошо прогреваемых водоемах с пресной, стоячей или медленно текущей, богатой органическими веществами водой. Часто рясковые образуют большие скопления - сплавины, сплошь покрывающие поверхность стоячих неглубоких водоемов. Растение не погибает в течение 12, а иногда и 22 часов, находясь на открытом воздухе.

Тело ряски большинство ботаников рассматривают как особую структуру "листоветвь", которая не разделена на листья и стебель. Листецы (щитки) у рясковых одиночные или же соединены в небольшие группы, по 2 или более цепочки короткими или удлинненными ножками, образованными суженной частью листеца. Форма листецов рясок может быть округлой, эллиптической, продолговатой.

Ряску применяют для очистки воды, так как листецы извлекают из нее и запасают азот, фосфор, калий, поглощают углекислый газ и обогащают воду кислородом. На присутствие загрязняющих веществ ряска реагирует изменением цвета листеца (щитка) и поэтому может использоваться как индикаторный организм.

В наших водоемах чаще всего мы встречаемся с ряской малой. Ряска малая - это светлозеленое маленькое растение, листецы овальной формы, от нижней поверхности каждого листеца отходит в воду корешок с утолщением на конце. Ширина листеца ряски малой 2-3 мм, но она имеет относительно длинные корни - до 10 см.

Встречается в стоячих и медленно текучих водах. Этот вид и будет интересовать нас в работе по экспресс-оценке качества воды водоема. **Как выполнить экспресс-оценку качества воды**

- Выберите место отбора проб на реке или озере.
- Выделите на поверхности воды участок площадью 0,5 м² и соберите на этом участке все плавающие растения.
- Внимательно подсчитайте количество особей ряски малой, результат занесите в рабочую таблицу ([табл. 22](#)).
- Подсчитайте общее количество щитков у всех особей ряски малой и запишите это значение в таблицу.
- Вычислите отношение числа щитков к числу особей в соответствующем столбце рабочей таблицы.
- Теперь подсчитайте количество поврежденных щитков у всех особей (черные и бурые пятна, пожелтение).
- В следующем столбце таблицы вычислите процент щитков с повреждениями от общего количества щитков.
- По "Таблице экспресс-оценки качества воды по ряске" ([табл. 23](#)) определите класс качества воды в вашем водоеме.
- Для получения достоверного результата отберите аналогично еще две пробы и повторите определение качества воды.

Таблица 22. Рабочая таблица экспресс - оценки качества воды по ряске

№ пробы	Кол-во особей	Кол-во щитков	Отношение числа щитков к числу особей	Кол-во поврежденных щитков	Процент от общего количества щитков	Класс качества воды
1						
2						
3						

Таблица 23. Таблица экспресс-оценки качества воды по ряске

% щитков с повреждениями	Отношение числа щитков к числу особей				
	1	1,3	1,7	2	больше 2
0	1-2	2	3	3	3
10	3	3	3	3	4
20	3	4	3	3	3
30	4	4	4	4	4
40	4	4	4	3	-
50	4	4	4	3	-
Более 50	5	5	-	-	-

В этом методе класс качества воды описывается следующим образом:

1 - очень чистая;

2 - чистая;

3 - умеренно загрязненная;

4 - загрязненная;

5 - грязная;

"-" - невозможные варианты.

Итак, мы описали разные подходы исследования малых водоемов. Какие из них вы будете использовать - зависит от ваших целей, возможностей, желаний. Главное при этом - чтобы работа эта была в радость, познавательной и воспитательной для детей и взрослых.

Результаты ваших исследований нужно оформить в отчет. Как его сделать - об этом [следующая глава](#).

Примечания

* Методика представлена и используется с 1994 г. педагогами отдела экологии Центра детского творчества г. Рязани Гусевой Н.П. и Черной В.В

8. Отчет об исследованиях

Окончание сезона полевых исследований - всегда немножко грустный период. Дети немного повзрослели, сдружились и вместе со взрослыми стали мудрее и опытнее. Летние впечатления и знания помогут им дальше идти по жизни, узнавать природу и существовать с ней в гармонии.

Однако окончание сезона - еще не конец вашей работы. Важно заложить основы успеха последующих исследований, будь то новый этап вашей работы или начало работы других. Ваши результаты могут понадобиться людям, принимающим решения в вашем районе: служащим местной администрации и государственных органов, руководству близлежащего национального парка или заповедника, руководству предприятий. Они могут быть интересны вашим коллегам и соседям. Поэтому необходимо подготовить документ,

полностью отражающий основную информацию, которую вы получили в течение периода исследований, и сделанные вами выводы.

Оформлен отчет может быть так же, как оформляют обычно журналы и книги. Обязательно нужно указать на титульном листе:

- время исследований и подготовки отчета;
- объект исследования;
- состав группы, руководитель и помощники;
- организации основных участников (школы, колледжи и т.д.).

Попробуйте кратко сформулировать основную информацию, которую вы получили за лето, и основные выводы в виде легко читаемого текста и поместите его в начало отчета. Тогда читателям легко можно будет сразу понять, что вы хотите до них донести.

Для удобства лучше сделать содержание отчета и список используемых вам сокращений (например, ГП - гидрологический пост, пр. - проба и т.д.).

Опишите цели и задачи исследований, поставленные вами на этапе планирования. Основную часть отчет необходимо поделить на главы: общее описание объекта, его история, гидрология, гидрохимия и пр. Укажите ответственного за ту или иную часть исследований. Каждую главу целесообразно заканчивать выводами. Писать нужно по возможности кратко и просто.

Если вы смогли что-то сделать сами для улучшения состояния водоема, расскажите об этом, опишите, какие изменения произошли.

В заключении следует подвести общий итог работе и сделать общие выводы о состоянии водного объекта и ваших исследованиях. Здесь же хорошо поместить ваши дальнейшие предложения по улучшению экологического состояния изученного объекта или любые другие рекомендации.

Если вы подготовили карту исследуемых участков водного объекта, обязательно поместите ее в основной текст вместе с легендой (описанием обозначений и использованных топографических знаков).

Хорошо, если отчет сопровождается фотографиями, рисунками, схемами, графиками и т.д., так как это помогает воспринимать информацию. Хорошо, если фотографии не только демонстрируют, как весело вам было, но и отражают состояние водоема и вашу работу на нем. Очень полезно, если вы сумеете сделать или найти фотографии, отражающие изменение состояния изучаемого вами водного объекта, сделанные в одном месте, но в разное время, например, через несколько месяцев. Для каждого вида графического материала (рисунки, таблицы) введите свою нумерацию - это поможет воспринимать текст. Также следует пронумеровать ссылки на источники информации (книги, статьи), а список литературы поместить в конце.

Можно сопроводить отчет приложениями (описание методик, например). Не стоит загромождать ими основной текст, но если у вас есть желание поделиться улучшенной методикой или большим описанием истории водного объекта, обязательно сделайте это в красочно оформленном приложении.

Такой отчет можно написать в обыкновенном альбоме для черчения или рисования, толстой тетради. Используйте для оформления краски, цветные карандаши, фломастеры, - все что радует глаз и помогает воспринимать информацию.

Спасибо за вашу работу!

Кодекс безопасности работы на воде

Прочеть обязательно!



1. Будь начеку, держи глаза и уши открытыми, - опасности могут подстергать тебя на каждом шагу. Если заметил какую-либо опасность - предупреди о ней других детей и руководителя группы.



2. Бери с собой взрослого каждый раз, как собираешься идти к реке или озеру. Постарайся находиться поблизости от своей группы. Будь уверен, что находишься все время на виду у взрослых.



3. Прежде чем приступать к работе на воде, необходимо узнать, какие здесь глубины, где глубокие и мелкие места, какое дно. Заходить в воду можно только в том случае, если взрослые считают это безопасным. Не заходи глубже высоты резиновых сапог.



4. Не брызгайся водой и не толкай других в воду. Это может быть опасно.



5. Заклей водонепроницаемым пластырем все порезы и царапины прежде, чем работать с водой, иначе можно занести в ранку грязь или заразиться болезнями, передающимися с водой. Еще лучше надеть резиновые перчатки - тогда твои руки будут надежно защищены.



6. Не пей воду из реки или озера, а также держи подальше ото рта все, что с ней соприкасалось (включая, конечно, пальцы!). Важно ничего не есть и не пить во время проведения исследований у воды. Помой руки с мылом и чистой проточной водой сразу после окончания своей работы

Приложение 1. Правила безопасности при полевых работах

[Общие правила](#)

[При работе у глубокой воды](#)

[В речных долинах, оврагах, заболоченных местностях](#)

[В лесных районах](#)

[При работе зимой](#)

Сначала несколько **общих правил**:

1. При работе на воде возможны мелкие травмы - порезы, ушибы, а также солнечные удары в жаркую погоду. В случае необходимости надо уметь оказать первую

медицинскую помощь, для этого под рукой всегда должна быть аптечка с самым необходимым.

2. Не занимайтесь полевыми исследованиями в одиночестве - не давайте непредвиденным опасностям ни одного шанса нарушить ваши планы!
3. Всегда оставайтесь в видимости других членов группы или хотя бы в пределах слышимости.
4. Вас могут поджидать кровососущие насекомые (клещи, комары) в полях. Продумайте, как вы будете от них защищаться и заранее запаситесь всех необходимым для этого.
5. В группе должен быть список всех, кто пошел в поход. Проверяйте на каждой стоянке, все ли на месте.
6. Заканчивайте работу на маршруте и возвращайтесь в лагерь до наступления темноты.
7. Если маршрут по каким-то причинам нужно изменить, все члены группы должны быть об этом проинформированы.

При работе у глубокой воды:

1. Если есть спасательные жилеты, то их нужно одеть, или хотя бы иметь под рукой спасательные круги на случай чрезвычайного происшествия.
2. Ни в коем случае нельзя работать на воде во время грозы!
3. Ряд важных правил при работе в лодке:
 - не садитесь в лодку, не надев спасательный жилет или круг;
 - садитесь в лодку не один, а при помощи кого-нибудь, иначе можно ее перевернуть;
 - не плавайте в лодке в одиночестве;
 - прежде, чем отойти в лодке от берега, необходимо проверить, не течет ли она, есть ли в ней спасательные средства на всех (круги, жилеты) и ведро для вычерпывания воды;
 - нельзя вставать в лодке во время работы резко или одновременно с кем-нибудь, особенно у одного борта, так как это может раскатать и опрокинуть лодку;
 - если людям в лодке надо поменяться местами, то сначала только один человек должен перейти с носа на корму и сесть рядом со вторым, и только затем второй может подняться и осторожно перейти на нос лодки.
4. Измерять глубину водоема с лодки можно только тем, кто хорошо умеет плавать, и только при участии взрослых. А для других всегда найдется интересная работа на берегу.
5. Нельзя работать и передвигаться в лодке при ветре свыше 4 баллов, при наличии ледохода, в тумане, в темное время суток.
6. При отдаче якоря необходимо направить лодку носом против течения и обеспечить ее равновесие.

7. Если промер глубин проводится с моста, то он должен быть оборудован перилами не ниже 1,2 м.

Правила безопасности в речных долинах, оврагах, заболоченных местностях

1. При работе в речных долинах и оврагах с крутыми обрывистыми склонами движение должно производиться очень осторожно, особенно весной после сильных дождей, чтобы избежать опасности обвала, оплыва, падения камней и деревьев.
2. Не ходите вблизи кромки берегового обрыва.
3. При передвижении по долинам рек, особенно в устьях протоков со спокойным течением, и при переправах вброд через них следует остерегаться топкого дна, зыбунов и засасывающих илов.
4. Не ходите по болотам, это очень опасно!
5. Передвижение по немного заболоченной местности без проторенных дорог нужно проводиться с интервалом между людьми не менее 2-3 м и с обязательным применением шестов, охранных веревок и др.
6. "Окна" на заболоченной местности, покрытые яркой сочной зеленью, следует обходить. Остерегайтесь скрытых под водой и травой пней, коряг и камней.
7. Провалившегося в воду нужно сразу вытаскивать с помощью шеста, веревки и т.п.

Правила безопасности в лесных районах:

1. Следует избегать:
 - работы в зоне возможного падения сухостойных деревьев;
 - передвижения по сухостойному лесу во время сильного ветра;
 - укрытия во время грозы под высохшими и отдельно стоящими деревьями.
2. Нельзя отправлять на исследования группу менее 2-х человек.

Правила безопасности при работе зимой:

1. Все работы со льда должны проводиться только после тщательной проверки его прочности. Нельзя отправлять одного человека на проверку прочности льда.
2. В местах впадения притоков в водоем ходить по льду очень опасно.
3. Никогда не работайте в очень холодную погоду, а также в туман, снегопад, пургу.

Приложение 2. 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 створа 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. Руло реки: ширина _____ глубина: максимальная _____ средняя _____
Наличие островов, бродов, протоков, 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 _____
(продолжите по желанию)

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 3. Экологический паспорт водоема

1. Название: по карте _____
местное _____

2. Местоположение
Область _____ Район _____
Ближайшие населенные пункты и расстояние до них _____
Автомобильные дороги и расстояние до них _____
Ближайшие подъезды и подходы к водоему _____

3. Для искусственных водоемов (пруды, карьеры, заполненные водой, колодцы):
Характер водоема (копанный, запрудный, др.) _____
Когда он был создан? _____ Зачем он был создан? _____

4. Окружающая местность _____
Растительность и характер угодий на берегах (лес, кустарник, луг, болото, пашня - отметить на плане) _____
Берега (низкие, пологие, крутые, обрывы) _____
Слагающие породы (глины, суглинки, супеси, пески, торф) _____

5. Проточность водоема (проточный, сточный, глухой) _____
Впадающие реки и ручьи (количество, название, длина, местоположение, ширина и глубина в устье) _____
Береговые родники (наличие, местоположение, отметить на карте) _____
Донные ключи и родники (отсутствуют, единичные, многочисленные) _____
Имеются ли зимой незамерзающие полыньи, их местоположение _____

6. Морфометрическая характеристика водоема
Форма водоема (округлая, овальная, овально-вытянутая, сложная с заливами) _____

Площадь (га или кв.м) _____ Наибольшая длина (км или м) _____
Наибольшая ширина (км или м) _____
Наибольшая глубина (м) _____
Средняя глубина (м) _____ Объем воды (куб.м) _____

7. Дно водоема (ровное, волнистое, с котловиной, др.) _____
Донные отложения (наличие, глубина распространения и примерная доля от площади дна - записать и отметить на плане):
каменистые _____ песчаные _____
глинистые _____ илы _____
торф _____

8. Характеристика воды в водоеме (можно использовать таблицы из главы 4):
Прозрачность воды (см) _____ Цвет воды _____
Мутность _____ Реакция среды (рН) _____
Гидрохимические показатели:
нитраты (мг/л) _____
фосфаты (мг/л) _____
другие показатели _____

9. Прибрежная растительность водоема
Прибрежные растения и их встречаемость (обилие) _____
Растения с плавающими листьями, их встречаемость _____
Погруженные растения, их встречаемость _____
Степень зарастания водоема (в % от общей площади) _____

10. Цветение воды (ежегодно или нет, в каком месяце) _____
Какие водоросли вызывают цветение (сине-зеленые, диатомовые, др.) _____

11. Животные - обитатели берегов
Млекопитающие _____
Пресмыкающиеся _____
Земноводные _____
Птицы _____

12. Обитатели водоема
Рыбы : преобладают _____
обычные _____
редкие _____ уникальные (больше нигде не встречаются) _____
Планктонные организмы _____
Бентос (донные организмы) _____
Раки (обычны, редки, исчезают, появились вновь) _____

13. Использование водоема
Водозабор (для каких целей, в каком объеме) _____
Рыболовство (виды лова, в течение всего года или нерегулярно, какие виды рыб вылавливают, объемы лова) _____
Отдых и туризм (указать и отметить на карте места стоянок туристов и отдыхающих, расположение турбаз, детских лагерей и т.п.) _____
Использование для других целей (каких) _____
14. Загрязнение водоема и его последствия
Есть ли вблизи водоема промышленные предприятия, животноводческие фермы, хранилища удобрений, пашни, огороды, свалки _____
(отметить на карте и описать местонахождение указанных объектов)
Качество воды притоков (чистые, загрязненные, грязные) _____
Какие виды рыб, птиц, животных исчезли из водоема) _____
Какие появились вновь _____
Какие растения исчезли _____
Какие появились вновь _____
15. Вывод об экологическом состоянии водоема _____
16. Предложения по охране и рациональному использованию водоема _____
17. Кто составил паспорт (фамилия, имя, отчество, возраст, род занятий, адрес) _____
18. Дата заполнения _____

Приложение 4. Маленький словарь для изучающих экологическое состояние малых рек и озер

Абсолютная влажность воздуха - количество водяного пара в граммах, находящееся в 1м³ влажного воздуха

Аккумуляция - процесс накопления в водных объектах [наносов](#), воды, солей и т.д.

Аллювий (син. - **аллювиальные отложения**) - глина, [ил](#), песок, гравий, галька и другие продукты разрушения пород земной коры, перемещенные и отложенные водой.

Анаэробное состояние - состояние воды, в которой растворенный кислород содержится в количестве, недостаточном для поддержания существования [аэробных](#) бактерий.

Анаэробы - организмы, способные жить при отсутствии кислорода благодаря бескислородному типу получения энергии путем расщепления органических и неорганических веществ

Анемометр - прибор для измерения скорости ветра или скорости и направления ветра.

Аэробное состояние - состояние воды, в которой растворенный кислород содержится в количестве, достаточном для поддержания существования аэробных бактерий.

Аэробы - организмы, живущие в среде, содержащей достаточное количество кислорода.

Банк данных (син. - **база данных**) - исчерпывающий набор связанных файлов данных для определенного использования, обычно на накопителях с прямым доступом.

Бассейн реки (озера)(син. - **водосбор**) - часть земной поверхности, откуда происходит сток вод в отдельную реку, речную систему или озеро.

Батометр - устройство для получения пробы воды или переносимых потоком наносов, в том числе с глубины.

Бентос - организмы, живущие на (в) донных отложениях водных объектов.

Берег - поднятый участок земли, ограничивающий реку. Левый (правый) берег определяется, если стать лицом вниз по течению.

Биогенное вещество (син. - **питательное вещество**) - вещество, элемент или комплекс, необходимое для роста и развития растений и животных.

Биоиндикация - оценка состояния и изменений окружающей среды путем исследования структуры, состояния, численности, поведения, в частности миграций, животных и растений.

Биота - совокупность видов растений, грибов, животных и микроорганизмов (флоры и фауны) биогеоценоза, а также более крупных экосистем. Организмы биоты (бионты) связаны друг с другом сложными биотическими, а со средой - абиотическими взаимоотношениями.

Биохимическое потребление кислорода (БПК) - показатель [качества воды](#), характеризующий содержание в воде биохимически (с помощью бактерий) разлагающихся веществ (ср. с ХПК).

Болото - участок земной поверхности, характеризующийся избыточным увлажнением в течение большей части года и специфической влаголюбивой растительностью. В болотах происходит накопление [торфа](#).

Виды-индикаторы (биоиндикаторы) - группа особей одного вида или сообщество организмов, по наличию или состоянию которых судят об изменениях в среде.

Влажность воздуха - содержание водяного пара в воздухе, характеризуется такими величинами как [абсолютная](#) и [относительная](#) влажность.

Взвешенные наносы - твердые частицы различного происхождения, переносимые потоком во взвешенном состоянии (в толще воды).

Водное зеркало (син. - зеркало) - водная поверхность поверхностных или подземных вод.

Водные объекты - все формы сосредоточения воды на поверхности суши - реки, озера, водохранилища, пруды, болота, ледники и другие.

Водоем - скопление бессточных или с замедленным стоком вод в естественных или искусственных впадинах земной поверхности.

Водосбор - см. [бассейн](#).

Водоток - обобщенное понятие для тех водных объектов, для которых характерно движение воды в направлении уклона в углублениях земной поверхности (реки, ручьи, каналы и т.д.)

Водопад - вертикальное или очень крутое падение потока воды.

Водораздел - граница между смежными бассейнами (водосборами).

Водоупорный пласт - геологический пласт с малой водопроницаемостью.

Водохранилище - искусственный водоем, используемый для накопления, регулирования и контроля водных ресурсов.

Выщелачивание - процесс перехода в раствор водорастворимых веществ горной породы или почвы.

Гигрометр - прибор для измерения относительного количества влаги в атмосфере.

Гидробиология - наука, изучающая водные организмы и условия их существования во взаимосвязи с окружающей средой.

Гидробионты - все живые организмы - животные, растения, бактерии, развивающиеся и существующие в водной массе и донных отложениях водоемов и водотоков.

Гидрогеология - раздел геологии, который изучает происхождение, распространение и свойства подземных вод.

Гидрографическая сеть - совокупность рек и других постоянных или временных водотоков, а также озер на какой-либо территории.

Гидролиз - химическая реакция воды, в которой вода как реагент разрывает связи в молекулах веществ (реакция, противоположная образованию солей).

Гидрологический режим - закономерные изменения состояния и характеристик водного объекта во времени.

Гидрология - наука, занимающаяся изучением поверхностных вод и явлений и процессов в них протекающих. Гидрология исследует круговорот воды в природе, влияние на него хозяйственной деятельности человека и управление режимом водных объектов.

Гидросфера - водная оболочка земного шара: океаны, моря, реки, озера и пр.

Гидрохимия - научная дисциплина, изучающая химический состав природных вод, его изменения и причины этих изменений.

Гиполимнион - масса воды ниже [термоклина](#) в [стратифицированных](#) водных объектах.

Годовой сток - общий объем воды, стекающий в течение года с поверхности участка суши или в русле реки.

Грунтовые воды - 1) подземные воды первого от поверхности Земли постоянного водоносного горизонта; образуются в основном за счет просачивания (инfiltrации) атмосферных осадков и вод рек, озер, водохранилищ и т.п. 2) в гидрологии - все неглубоко залегающие подземные воды, дренируемые гидрографической сетью.

Детрит - взвешенные в воде частицы органического происхождения.

Долина реки - вытянутая вдоль русла форма рельефа, имеющая понижение в сторону течения.

Донные наносы (син. - **влекомые наносы**) - песок, гравий и обломки горных пород, перемещаемые течением вдоль дна реки путем влечения и перекатывания.

Допустимая нагрузка - количество загрязняющих веществ, которое может принять водный объект без ущерба для состояния его [экосистемы](#).

Загрязнение (воды) - введение в воду любых веществ, в естественных условиях не присутствующих в ней или имеющих в меньших концентрациях (микроорганизмов, химикатов), которые ухудшают [качество воды](#).

Засоление почвы - процессы, при которых происходит повышение концентрации солей в почве (в основном вследствие испарения минерализованных грунтовых вод).

Затопление (син. - **наводнение**) - выход воды за пределы обычных границ реки или другого водного объекта; 2) регулируемое затопление в целях ирригации.

Затор - скопление льда на участке реки, препятствующее течению воды.

Зона аэрации - часть почв или грунтов, в которых поры частично заполнены водой, а частично - воздухом.

Зона насыщения - часть водосодержащего слоя почво-грунтов, в котором все пустоты заполнены водой.

Излучина (син. - **меандр**)- плавный изгиб [русла](#) реки.

Изолинии - линии на картах и графиках, соединяющие точки с одинаковыми значениями какой-либо величины.

Изобаты - линии, соединяющие на плане реки, озера, водохранилища точки одинаковой глубины.

Ил - мелкие частицы взвеси или осадка, преимущественно органического происхождения, отлагающиеся в морях, озерах, водохранилищах и реках, по размеру частиц занимающие промежуточное положение между песком и глиной.

Канал - искусственное открытое русло, обычно с поперечным сечением определенной формы.

Карбонатная жесткость (син. - **временная жесткость**) - жесткость воды, обусловленная растворенными бикарбонатами кальция и магния.

Качество воды - 1) характеристика состава и свойств воды, определяющие ее пригодность для конкретных видов водопользования; 2) физические, химические, биологические и органолептические свойства воды.

Кислотный дождь - дождевые осадки, которые в процессе своего формирования, объединяясь с химическими элементами, содержащимися в загрязняющих атмосферу веществах, достигают поверхности земли в виде слабо кислых растворов.

Климат - статистический режим погодных условий, характерный для данного района в силу его географического положения.

Коагуляция - процесс дестабилизации и слияния мелкодисперсных частиц в хлопья.

Коли-индекс - число кишечных палочек группы колиформ в миллилитре воды. Используется как показатель присутствия организмов, способных вызывать заболевания человека.

Круговорот воды - непрерывная последовательность испарения воды, ее конденсации, выпадения осадков, распределения по поверхности земли и в ее толще.

Меандр - см. [излучина](#).

Межень - минимальный уровень рек и озер, а также сезон, когда достигается минимальный уровень.

Мезотрофный водоем - характеризующийся промежуточными условиями между [эвтрофными](#) и [олиготрофными](#) при естественном или антропогенном обогащении биогенными веществами.

Мониторинг - система регулярных наблюдений за определенными параметрами состояния окружающей среды, обеспечивающая сбор, передачу и обработку полученной информации в целях своевременного выявления негативных процессов, прогнозирование их развития, информационного обеспечения управленческих решений с целью предотвращения вредных последствий и определение степени эффективности осуществляемых природоохранных мероприятий.

Морфометрические характеристики (бассейна, водоема и пр.) - такие параметры, как площадь, длина, ширина и пр., дающие представление о размерах и форме.

Наводнение - затопление водой местности и населенных пунктов в пределах речной долины выше ежегодно затопляемой [поймы](#) реки, вследствие очень обильного притока воды в результате снеготаяния или (и) обильных дождей.

Наносы - твердый материал, переносимый водным потоком к месту последующего отложения.

Нивелирование - определение высоты точек земной поверхности относительно некоторой выбранной точки.

Овраг - промоины, возникающее в результате эрозионной деятельности потока талых и дождевых вод, стекающих по земной поверхности

Олиготрофное озеро - озеро с малым содержанием [питательных \(биогенных\) веществ](#) и обычно с высоким содержанием растворенного кислорода; как правило, без заметной стратификации.

Осушение - отвод воды из почвы или котлована.

Отмель - участок дна водоема или водотока, характеризующийся меньшими глубинами по сравнению с окружающими участками.

Относительная влажность воздуха - процентное отношение реального содержания водяного пара в воздухе к содержанию его при полном насыщении, которое достигается при тех же значениях температуры и давления.

Паводок - 1) быстрый, кратковременный подъем уровня воды в реке до пика, от которого начинается его падение обычно более медленное, чем при подъеме; в отличие от половодья возникают в течение года нерегулярно
2) относительно высокий сток, измеренный по уровню воды или расходу.

Перекат - относительно короткий и мелкий участок реки между ее излучинами.

Планктон - совокупность организмов, обитающих в толще воды и не способных противостоять переносу течением. Это многие бактерии, некоторые водоросли (фитопланктон), некоторые беспозвоночные (зоопланктон) и пр.

Плотина (син. - **барраж, барьер, водослив**) - препятствие, сооруженное поперек долины для накопления воды или создания [водохранилища](#).

Пойма - часть дна речной [долины](#) затопляемая в периоды высокой водности, когда сток в реке превышает пропускную способность [русла](#).

Половодье - фаза наибольшей в году водности реки с высоким и длительным подъемом уровня воды, обычно сопровождается выходом воды из [русла](#) на [пойму](#). Половодье вызывается главным источником питания реки (на равнинных реках России - весенним снеготаянием) и повторяется в один и тот же сезон из года в год с разной интенсивностью.

Пороги - участок реки с очень быстрым и стремительным течением, на поверхности потока выступают препятствия, но водопады или их каскады отсутствуют.

Пресная вода - природная вода, имеющая низкую минерализацию, пригодная для питья.

Проба воды - часть водной массы, представляющая ее состав и свойства на момент отбора.

Профиль русла - форма русла в вертикальной плоскости. Может быть продольным или поперечным.

Пруд - [водохранилище](#) небольшого размера, образуемое путем перегораживания небольшой реки, ручья, [оврага](#), или устройством специального котлована (копани).

Разлив - повторяющиеся затопления речными водами части [долины](#) или [поймы](#), вызванные длительными дождями или снеготаянием. В многоводные годы разливы рек создают [наводнения](#).

Расход - объем жидкости, протекающий в реке (или канале) через поперечное сечение в единицу времени. Характеризует интенсивность стока.

Регулирование стока - искусственное перераспределение стока реки во времени в соответствии с требованиями водопотребления; выражается в увеличении или уменьшении

стока в отдельные периоды по сравнению с естественным режимом; достигается временным задержанием воды в [водохранилищах](#) во время избытка воды ([половодье](#)) и последующим расходом в нужное время.

Русло - 1) самая глубокая часть речного ложа, по которой течет главный поток.
2) - естественный или искусственный четко выраженный водоток, который периодически или постоянно содержит текущую воду.

Старица - участок ранее существовавшего [русла](#), расположенный в пойме реки, оставшийся после того, как река прорезала новое, более короткое русло.

Стратификация - наличие или формирование отчетливых слоев в массе воды, выделяемых по солености, термическим характеристикам и др. физическим причинам.

Стремнина (син. - **быстрина**) - мелководный участок реки, характеризующийся быстрым, бурным, неупорядочным течением, обычно в местах пересечения водным потоком препятствий в виде каменистых гряд или обломков горных пород, затопленных полностью или частично.

Сукцессия - последовательная смена во времени одних биоценозов другими на определенном участке земной поверхности. В естественных условиях С. завершается возникновением сообщества, находящегося в равновесии со средой, - климакса.

Термоклин (син. - **слой температурного скачка, метелимнион**) - водный слой с максимальным изменением температуры по глубине, существующий в условиях тепловой [стратификации](#) водной массы.

Торф - органические отложения, формирующиеся в условиях застойного избыточного увлажнения из остатков не полностью разложившихся болотных растений.

Уровень воды (син. - **уровень**) - высота свободной поверхности воды в данном месте, отсчитываемая относительно некоторой постоянной плоскости сравнения, принимаемой за нулевую отметку. **Уровень грунтовых вод** - высота [водного зеркала](#) водоносного слоя в данном месте и в данное время.

Устье реки - место впадения реки в море, озеро или другую реку.

Фильтрация - течение воды через ненасыщенную пористую среду, например в почве, под действием силы тяжести.

Фильтрование - процесс пропускания жидкости через пористую среду с целью удаления взвешенного или коллоидного вещества.

Цветение воды - бурное развитие водорослей (обычно фитопланктона) в водном объекте.

Эвтрофикация - обогащение вод [биогенными элементами](#), особенно компонентами азота и фосфора, что ускоряет рост водной растительности

Эвтрофное озеро - озеро, характеризующееся большим количеством [биогенных веществ](#) и высокой биомассой фитопланктона летом.

Экосистема - взаимосвязанная система живых организмов и окружающей их среды, в которой происходит циклический обмен веществ и энергии.

Эрозия - разрушение и удаление грунта с земной поверхности текучей водой, ледником, ветром и волнами.

Приложение 6. Рекомендуемая литература

1. Авакян А.Б., Салтанкин В.П. Акваториальное районирование и планирование водохранилищ// Вопросы антропогенных изменений водных ресурсов. - М.: Мысль. 1976.
2. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Муравьев А.Г. Экологический центр в образовательной системе школы. - СПб.: "Крисмас+", 2000.
3. Быков Б.А. Экологический словарь. 2-е изд., доп. - Алма-Ата: Наука, 1988. - 212 с.
4. Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия. - Л., Гидрометеиздат, 1977.
5. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. - Л.: Гидрометеиздат, 1985.
6. "Вестник АсЭКО". Журнал
7. Воробьев Г.А. Исследуем малые реки. - Вологда: ВГПИ, изд-во "Русь", 1997.
8. Гусева Т.В. и др. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. - М.: Социально-экологический Союз, 2000. - 148 с.
9. Гусева Т.В. и др. Как организовать общественный экологический мониторинг/ Под ред. М.В. Хотулевой. - М.: СоЭС, 1998. - 256 с.
10. Данилова Ю.А., Ляндзберг А.Р., Муравьев А.Г. Биоиндикация состояния пресного водоема (иллюстрированная методика). Учебно-методическое издание. - СПб, "Крисмас+", 1999.
11. Жилин Д.М. Организация полевой аналитической лаборатории для дополнительной сети экологического мониторинга - М.: ООО ДеЛи", 1999. - 26 с.
12. Золотов .В., Анюков В.В. Мониторинг антропогенной эвтрофикации пресноводных водоемов - Рязань: Рязанский институт развития образования, 1994. - 30 с.
13. Изучаем водоемы: как исследовать озера и пруды. - Вологда: ВГПИ, изд-во "Русь", 1994.
14. Изучаем малые реки: Пособие по комплексному исследованию экологического состояния малых рек. - Тула, 1999.
15. Клепиков М.А. Методика биоиндикационного анализа качества природных вод (для школьников) Руководство пользователя/ Ярославский областной центр дистанционного обучения школьников. - Ярославль, 1997. - 50 с.
16. Колбовский Е.Ю., Жихарев А.М. Полевая экология: исследуем малые реки - Вып. 1. Ярославль. Яросл. регион. общ. экологич. орг. "Ландшафт". Гос. образоват. объединение "Эколого-биологич. центр", 2000. - 100 с.
17. Комплексные оценки качества поверхностных вод / Под ред. А.М. Никанорова. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 139с.
18. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод - М.: Химия, 1984. - 447 с.
19. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. - СПб.: Крисмас+. - 1999. - 224 с.

20. Муравьев А.Г. Оценка экологического состояния природно-антропогенного комплекса. - СПб, "Крисмас+", 2000.
21. Новиков Ю.И. Методы исследования качества воды водоемов. - М.: "Медицина", 1990. - 395 с.
22. Реймерс Н.Ф., Яблоков А.В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. - М.: Наука. 1982. - 145 с.
23. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 239с.
24. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши/ Под ред. А.Д. Семенова. - Л.: Гидрометеиздат, 1977. - 542 с.
25. Рыжов И.Н., Ягодин Г.А. Школьный экологический мониторинг городской среды. - М.: Изд-во "Галактика", 2000.
26. Справочник по гидрохимии / Под ред. А.М. Никанорова. - Л.: Гидрометеиздат, 1989. - 391с.
27. Унифицированные методы анализа вод. - М.: Химия, 1973. - 375 с.
28. Хромов С.П. Метеорология и климатология. - Л., Гидрометеиздат, 1968.
29. Хромов С.П. Метеорологический словарь. - Л., Гидрометеиздат, 1974.
30. Школьный экологический мониторинг. Учебно-методическое пособие/Под ред. Т.Я. Ашимихиной. М.: АГАР, 2000. - 387 с.

Государственные нормативы

31. ГОСТ 4979-49. Вода хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения. Методы химического анализа. Отбор, хранение и транспортировка проб.
32. ГОСТ 24481-80. Вода питьевая. Отбор проб.
33. ГОСТ 17.1.1.01-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.
34. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды, водоемов и водотоков.
35. ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность.
36. ГОСТ 17.1.5.04-81. Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические требования.
37. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.
38. Государственные стандарты СССР. Вода питьевая. Методы анализа. - М.: Изд-во стандартов, 1984. - 239 с.
39. СанПиН 2.1.4.559-96. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы.