

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО «ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ», ОМСК

**ОПЕРАТИВНАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА
СОСТОЯНИЯ ВОДОЁМОВ**

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

**ДЛЯ НЕРАВНОДУШНЫХ
К СУДЬБЕ РЕК И ОЗЁР**

ОМСК - 2008

Оперативная общественная оценка состояния водоёмов: Методическое пособие. - Составители: С.В.Костарев, Г.В.Ситникова. – Омск: НП «Экологический комитет», 2008. – 36 с.

Дизайн обложки: Морозова Ю.В.
Художник: Парахина В.К.

В настоящее время практически не ведется государственное наблюдение за состоянием большинства водоёмов Сибири. В результате, не только общественность, но и органы власти не имеют данных об их действительном состоянии. В тоже время, учебные заведения обладают необходимыми ресурсами, а общественность имеет желанием вести наблюдения. Но для того, чтобы получаемые разными исследователями данные были сопоставимы, следует использовать единую методику наблюдения и оценки, описанную в данном пособии. Методика содержит подробное описание необходимых операций по составлению общественного паспорта водоёмов (схема, географические и исторические данные, современное состояние, источники загрязнения и др.), по выявлению и описанию несанкционированных свалок на берегах реки и озёр, а также рекомендации по подготовке обращения в органы власти и надзора при выявлении нарушений. Методика является простым и не требующим специальной оснастки инструментом общественного мониторинга рек и озёр, и может быть использована учебными заведениями, экологическими организациями, а также всеми жителями, которые хотят участвовать в сохранении водных объектов.

Брошюра доступна на сайте в сети Интернет по адресу: www.ecomsk.ru.

Издание осуществлено в рамках социально значимого проекта «Реки и озёра – наше достояние», при реализации которого использованы средства государственной поддержки, выделенные в качестве гранта в соответствии с Распоряжением Президента Российской Федерации от 30 июня 2007 года № 367-рп, а также при поддержке благотворительного фонда Глобал Грингрантс.

Использованная и рекомендуемая литература

1. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Муравьев А.Г., Гущина Э.В. Практикум по экологии: Учебное пособие / Под ред. С.В. Алексеева. – М.: АО МДС, 1996. – 192 с.
2. Заика Е.А., Молчанова Я.П., Серенькая Е.П. Рекомендации по организации полевых исследований состояния малых водных объектов с участием детей и подростков / Под ред. Е.В. Веницианова. – М., Переславль-Залесский, 2001.
3. Ихер Т.П. Изучаем малые реки / Под ред. Л.Ф. Тарариной. – Тула, 1999. – 35 с.
4. Методические рекомендации для изучения природных вод / Сост. А.А. Кожухарь, О.В. Мезенцева. – Омск, Детский ЭкоЦентр, 2000. – 43 с.

ПРЕАМБУЛА

*Без нефти люди жили тысячелетиями,
а без воды не смогут прожить и несколько дней*

Известно, что вода – основа жизни на Земле, а человеку вода нужна не только для поддержания жизни, но и для создания нормальных санитарно-бытовых условий и удовлетворения производственно-технологических потребностей.

Проблема обеспеченности водой постоянно присутствовала в истории людей, но в последнее время она особенно обострилась по всему миру. На крупнейших всемирных форумах по воде постоянно обращают внимание на то, что более полутора миллиардов людей испытывают недостаток в чистой воде, а для более двух с половиной миллиардов не хватает воды для создания нормальных санитарных условий. Именно поэтому охране и рациональному использованию водных ресурсов должно уделяться большое внимание, в том числе и со стороны людей, проживающих вблизи водоёмов.

На территории Омской области насчитывается более 4230 рек различной протяженности и водности, а также тысячи озёр. Можно подумать, что воды хватит на долго. Однако с каждым годом поверхностные водоёмы все более и более загрязняются промышленными, бытовыми, сельскохозяйственными стоками, несанкционированными свалками бытовых и строительных отходов. Вода становится непригодной для орошения и использования, как в бытовых, так и в технологических целях.

Проблема охраны водоёмов от загрязнения многогранна, комплексна и требует решения санитарно-гигиенических, водно-экологических, гидрологических, рыбоохранных и других задач. Мы уверены, что надёжную защиту водоёмов от загрязнения можно создать только при комплексном государственном подходе с одной стороны, и причастности к ней каждого человека, с другой стороны.

Нам представляется, что роль людей в сохранении водных объектов должна быть реализована не только в виде правильного использования водных ресурсов, но и в организации общественного мониторинга (наблюдения) за состоянием водных экосистем, которые являются «зеркалом» экологического состояния бассейнов рек.

В настоящее время различные государственные и общественные организации наблюдают за состоянием водоёмов. Но сложившаяся государственная система мониторинга и высокие темпы роста количества загрязняющих факторов не позволяют осуществлять мониторинг всех природных и искусственных водоёмов и иметь полную и динамичную картину их состояния. Выход видится в организации разветвленной системы общественного мониторинга и оценки, в которую могут входить все желающие, и в первую очередь, учащиеся учебных заведений. Однако главным требованием любого мониторинга и оценки является сопоставимость результатов наблюдений и выводов. Для того чтобы это обеспечить и предлагается использовать единую методику общественной оценки с формированием общей базы данных.

ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Водные объекты Омской области имеют характерные особенности, вследствие которых снижается их способность к самоочищению. К этим особенностям относятся:

- небольшие скорости течения;
- замедленный сбор паводковых вод из притоков;
- продолжительные разливы рек весной;
- малые расходы воды в зимнюю и летнюю межени.

Важная особенность сибирских рек – продолжительный ледостав, который препятствует аэрации и способствует заморным явлениям, к тому же зимой реки маловодны, поэтому сточные воды разбавляются недостаточно.

Таким образом, **создается неблагоприятный природный фон**, на котором в результате хозяйственной деятельности развиваются процессы качественного ухудшения речных и озёрных систем.

Особенно следует обратить внимание на основной по своему влиянию водный объект Омской области – реку **Иртыш**. Бассейн Иртыша обеспечивает водой территории трёх стран: Китая, Казахстана и России. Каждая страна и каждый регион в странах имеют свои интересы в использовании ресурсов бассейна.

Верхняя часть Иртыша (Черная река) для **Китая** – основа развития и заселения территории Сянь-Чжань Уйгурского автономного округа республики. За счет переброски части стока реки предполагается обеспечить водой десятки миллионов человек, переселяемых в округ, при этом водопотребление к 2030 году планируется увеличить в несколько раз за счет стока Верхнего Иртыша.

Для восточной части **Казахстана** Иртыш имеет исключительное экономическое значение. Именно здесь находится каскад крупных водохранилищ, которые вырабатывают до 80 % всей электроэнергии Казахстана. Воды бассейна используются для сельского хозяйства, промышленности, судоходства, рыбного хозяйства и водоснабжения населённых пунктов. Кроме того, сток Иртыша формирует уникальные естественные биоценозы в пойме.

Для **Омской области**, помимо своего биосферного значения, вода бассейна Иртыша – основной источник водоснабжения. Причем для Омска (население более 1 млн. человек) – единственный источник питьевой воды. И при этом Иртыш является одним из наиболее загрязнённых водных объектов. Источниками загрязнения являются сточные воды промышленных предприятий нефтехимии, химии, энергетики, машиностроения, сельскохозяйственных комплексов и хозяйственно-бытовых стоков, значительная часть загрязнений приходит с водой из Казахстана.

Таким образом, интенсивное хозяйственное освоение бассейна Иртыша привело к появлению двух основных проблем, характерных для многих водоёмов:

- снижение водности и нарушение режима рек;
- техногенное загрязнение водных объектов.

Основные загрязнители – соединения меди, железа, цинка, фенолы, нефтепродукты. Наиболее загрязнена часть реки **от южных границ до поселка Черлак**, где максимальные концентрации составляют: медь – 32 ПДК; железо – 8 ПДК; цинк – 3,5 ПДК; фенолы – 4 ПДК; нефтепродукты – 2,6 ПДК.

По объёму сброса загрязнённых сточных вод в водные объекты город Омск входит в первую десятку приоритетного перечня городов Российской Федерации. Всего в Омской области 205,86 млн. м³ сточных вод и лишь небольшая часть полностью очищенных. В Омске зарегистрировано 36 организованных выпусков сточных вод (21 в Иртыш, 12 – в Омь, 3 – в другие водные объекты). Доля Омска в общем объеме сточных вод, сброшенных в водные объекты области в составляет 97,4 %, т.е. сброшено 200,47 млн.м³ сточных вод, из них 199,30 млн. м³ загрязнённых. Как результат, в черте населённых пунктов повышается уровень загрязнения водных объектов. Так, **в черте Омска** на контролируемых створах максимальные концентрации: нефтепродуктов – 7,6 ПДК; фенолов – 13 ПДК; меди – 27,9 ПДК; железа – 10 ПДК; цинка – 8,9 ПДК.

Ситуация с притоками Иртыша примерно такая же, но она усложняется отсутствием в малых населённых пунктах систем канализации и водоочистки. Таким образом, загрязнение реки **Омь** носит стабильный характер при среднегодовых концентрациях: меди – 13,3-19 ПДК; марганца – 8-19,9 ПДК; фенолов – 2,3-2,7 ПДК; нефтепродуктов – 16-32 ПДК; железа – 2,2-3,2 ПДК.

Малые реки в Омской области также подвержены антропогенному влиянию, особенно в степной и лесостепной зонах. Многие полноводные реки (Оша, Камышловка, Саргатка и другие) уже в XX веке резко сократились по длине и водности из-за освоения земель переселенцами – землепашцами. Так, осваивая земли вдоль Сибирского тракта, новые переселенцы осушали верховые болота, выжигали камыши и болотную растительность, проводили распашку, вырубали небольшие леса-колки на водосборах, что привело к уменьшению подземного и болотного питания малых рек. Например, исчезло целое непроходимое болотное урочище Катай в междуречье Оши и Камышловки.

В настоящее время в водных объектах содержится много солей, которые вымываются с полей и сельскохозяйственных угодий, где используются минеральные удобрения. Кроме того, в ручьи попадает соль, смытая с поверхности дорог, где она применяется для удаления снега. Чтобы очистить свои воды от солей, река «использует» растения. Наибольшую пользу приносят ольха и ива (в нашей области они занимают незначительные площади, но их можно наблюдать вдоль берегов водоёмов). Ветвистая ива «работает» намного эффективнее очистной установки. Прибрежная зелень обогащает слой воздуха над водной поверхностью кислородом, который необходим для процессов самоочищения воды. Кроны деревьев затеняют водную поверхность, что снижает испаряемость воды. Однако в последнее время прибрежная растительность уничтожается, особенно в населённых пунктах, а прибрежная полоса застраивается жилыми домами, садовыми участками, заваливается мусором.

Таким образом, состояние водных объектов Западной Сибири можно охарактеризовать как напряжённое, а следовательно, необходимо привлечение внимания населения и органов власти к экологическим проблемам водоёмов, чтобы из источника жизни, они не превратились окончательно в источник болезней и деградации живого.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ВОДОЁМА

Представленная методика не ставит своей задачей описание всех известных методов мониторинга и оценки водных объектов. Для широкого внедрения предлагаются те методы, которые позволяют без специальной и сложной оснастки оперативно оценить состояние водного объекта, выявить проблемы и обосновать необходимость применения методов защиты и охраны. Следует помнить, что **при работе на воде, необходимо соблюдать правила безопасности при полевых работах.**¹

Выбор объекта и планирование исследования

Объектом для изучения может стать любой водоём из тех, до которых можно легко добраться, чтобы была возможность провести неоднократное наблюдение. Однако для того чтобы результаты обследования имели региональное значение, целесообразно согласовать выбор объекта исследования с существующим в регионе общим банком данных водных объектов.²

Целью исследования, как правило, является оперативная оценка водного объекта и описание выявленных проблем. Для этого необходимо проведение наблюдений, описаний и измерений выбранных параметров, достаточных для оценки объекта.

Для анализа ситуации очень важно и полезно собрать всю доступную информацию о предполагаемом объекте исследований и зафиксировать её не только в форме описательного отчёта, но и в виде схем и карт. Следовательно, при планировании исследования надо **выбрать карту исследуемого района**, причем, чем подробнее — тем лучше. Можно воспользоваться топографической картой, масштаба 1:200000 (т.е. 1 см на карте соответствует 2 км на местности), которая распространяется в свободной продаже. Можно использовать карты-схемы землепользования или лесных угодий, на которые нанесены водные объекты. Масштабы таких 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 можно найти в органах местной власти.

Подобранные карты и схемы необходимо перекопировать на кальку, с нанесением только необходимой графической и семантической информации: контуров водного объекта, населённых пунктов, объектов, которые могут стать ориентирами для описания. Рисунок на кальке необходимо размножить (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 населённых пунктов, рек, водоёмов.

¹ Правила безопасности см. по адресу: <http://www.ecoline.ru/wateroflife/books/monitor/app1.html#app1>

² Адрес размещения банка данных можно уточнить на сайте партнерства в защиту рек: www.ecomsk.ru

Кроме карт и схем, у каждого члена экспедиции (группы исследователей) должен быть свой **полевой дневник**, в который будут записываться результаты наблюдений.¹

Ещё одним этапом планирования является выбор конкретных мест исследования, так как оценка на всем протяжении реки нерациональна. Достаточно описать подробно только отдельные точки и створы.² 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.). По имеющимся картам и схемам заранее намечаются характерные точки и створы для проведения исследования. При изучении реки целесообразно выбрать положение точек наблюдения следующим образом:

- на расстоянии 100-200 м выше и ниже населённого 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 дорогой или трубопроводом.

Если в водоём сбрасываются сточные воды, то участок обследования ниже места сброса намечают там, где происходит полное смешивание стоков с водой: 500 метров ниже створа, где производится сброс сточных вод. Для рек с плесами и водоёмов (озёр, водохранилищ) расстояние от места сброса до створа полного смешивания зависит от характера течения реки и ряда других причин.

Если водный объект находится недалеко от места проживания исследователей, то целесообразно совершить предварительное обследование водоёма без использования каких-либо приборов или оборудования.

Предварительный сбор материалов

Когда водоём выбран, необходимо собрать как можно более подробные исторические материалы о природном объекте, включающие сведения о состоянии водного источника в прошлом, его использовании местным населением, событиях произошедших на нем, традициях, обычаях, связанных с ним, о старом названии и т.д. Это исследование можно провести на основании изучения архивных документов, экспонатов местных краеведческих музеев, публикаций в прессе, художественных произведениях, опроса местных жителей.

Учёт исторических изменений в каждом случае полевого обследования позволяет оценить правильность регулирования стока и других антропогенных воздействий. Кроме того, выявить и зафиксировать загрязнённые участки, установив причины загрязнения и возможности их устранения.

Результатом предварительного сбора материалов должен стать **отчёт произвольной формы**, содержащий копии найденных материалов с указанием их источника. В случае невозможности получения копий необходимо составить конспект первоисточников со ссылками на места их хранения.

Визуальное обследование

Визуальное или рекогносцировочное обследование осуществляется для получения первоначальной общей картины состояния водоёма и выбора пунктов наблюдения. Рекогносцировка – предварительное обследование, основанное лишь на визуальном наблюдении и не требующее каких-либо особых инструментов и оборудования.

¹ Форма дневника представлена в Приложении 1

² Створы - воображаемые линии на поверхности воды, перпендикулярные направлению течения, на которых проводят серии наблюдений

Оснастка

- Полевой дневник (см. Приложение 1).
- Справочники – определители объектов фауны и флоры.
- Карта-схема (копии для каждого участника).
- Рулетка или мерная верёвка.
- Фотоаппарат.

Описание маршрута

Выйдя на местность и продвигаясь по проложенному маршруту, необходимо отмечать на копиях карты все важное, что попадает в поле зрения. Для более удобного и быстрого нанесения всех деталей пользуются **условными топографическими знаками** (см. Приложение 2) и **знаками антропогенного воздействия на водные объекты** (см. Приложение 2). При необходимости можно ввести новые знаки и добавить их к общему списку, который должен быть приложен к заполненной карте.

Карты со временем устаревают, так как постоянно меняется обстановка, следовательно, сравнение нескольких карт за прошлые годы поможет увидеть характер изменения использования водного объекта и территории вокруг него. Вполне возможно, это поможет понять причины изменения качества воды и состояния водного объекта.

Кроме составления карты, следует записывать в полевой дневник всё, что показалось важным или интересным. Например: «река стала заметно шире», «в 300 м от берега расположена ферма», «на противоположном берегу - густые заросли кустарника», «посередине реки расположен небольшой остров, длиной около 20 м и шириной около 5 м», «вода очень грязная с запахом (цвет, мутность...), много мусора» и т.п.

При необходимости, можно описывать состояние отдельных элементов долины водоёма, опираясь на составленный профиль (см. рис. 1).

При обследовании долины реки интерес представляют как природные особенности её строения, так и хозяйственное использование, а также его экологические последствия. Следует отмечать местоположение следующих источников загрязнения:

- хозяйственных построек;
- дорог;
- мест складирования различных материалов;
- гаражей;
- свалок мусора (отходов);
- пристаней;
- наличие набережных и бетонированных берегов и др.

Делать **записи** надо непосредственно на месте, так как многие интересные детали быстро забываются. Особенно полезными окажутся эти записи, если будет организовано повторное обследование через некоторое время (через месяц, через год ...). Сравнив записи и нарисованные планы местности с новыми результатами, можно будет оценить изменения, произошедшие с рекой, с её экологическим состоянием.

Кроме того ценной информацией могут быть **фотографии** тех мест, где проходил маршрут, сделанные в разное время. Фотосъёмка — очень полезный метод исследования, он помогает запечатлеть обнаруженные доказательства положительного или отрицательного воздействия человека на состояние водоёмов, а также результаты действий, направленных на помощь водному объекту.

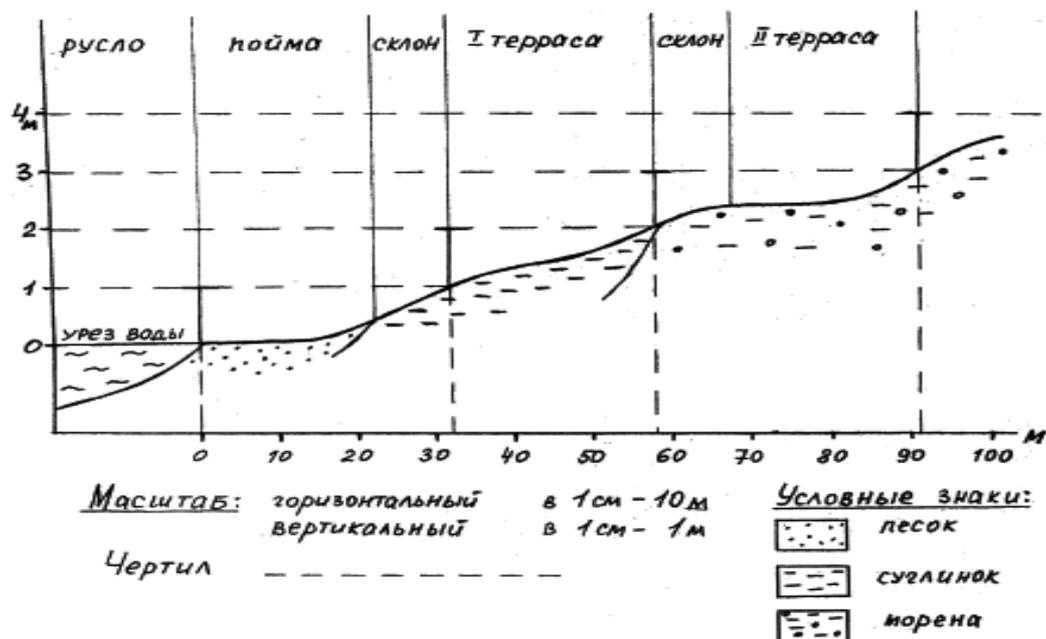


Рис. 1. Профиль долины водоёма и ее основные элементы

Описание свалок мусора

Мусор в непосредственной близости от водоёма – одна из наиболее распространенных причин возникновения экологических проблем водного объекта, поэтому необходимо уделять специальное внимание исследованию свалок отходов на берегах. Для этого в полевой дневник вносятся данные обо всех выявленных мусорных свалках:

- местоположение;
- размер;
- время образования;
- возможная причина;
- описание мусора (с указанием процентного состава отдельных видов отходов);
- степень влияния мусора на водный объект.

Можно описать характер мусора, так как он говорит о причине возникновения свалок и о том, как можно их избежать в дальнейшем. Например, рядом с местом стоянки туристов 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 установить рядом табличку, с надписью «место для мусора», то в будущем многие люди будут аккуратно собирать мусор и складывать его в указанное место, а не разбрасывать вокруг.

При обследовании свалок помимо описания необходимо составить схему размещения отходов и указать ее местоположение на карте исследуемого участка. Кроме того, целесообразно сфотографировать свалку, как обзорно в окружающем ландшафте, так и детально, концентрируясь на различных видах мусора и особенностях места.

Любая несанкционированная свалка – это нарушение, которое выявлено в ходе обследования. Следовательно, его результатом должно стать обращение в местные органы власти и органы государственного надзора с информацией о выявленных нарушениях (см. Приложение 4), которое сопровождается подробным описанием свалки.

ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОДНОГО ОБЪЕКТА

Вид реки или озера, количество воды в них, скорость течения значительно изменяется в течение года. Эти изменения связаны с теми естественными факторами, которые определяют поступление в водоём питающих его вод. Характерные особенности изменения состояния реки во времени называются её **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):

- половодье;
- паводок;
- межень.

Половодье – это время самой большой водности реки. В Западной Сибири половодье обычно приходится на время после 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.

Паводок – быстрый и сравнительно кратковременный подъем уровня воды в реке. Паводки происходят, как правило, в результате выпадения дождей, ливней летом и осенью или во время оттепелей зимой. Они обычно случаются каждый год, но, в отличие от половодья, нерегулярно.

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.

Для оперативной оценки состояния водных объектов предлагается определение только тех гидрологических параметров, которые помимо своего значения можно достаточно легко определить. В этом случае, без существенных материальных затрат можно выявить проблемные объекты, которые следует подвергнуть более детальному обследованию с применением специальных методик.

Составление профиля живого сечения реки

Параметром, который используется для определения расхода воды в реке, является площадь живого сечения. **Живым сечением реки** называется та часть русла, по которой осуществляется сток воды. Оно ограничено дном реки и уровнем воды (урезом).

Для расчета площади живого сечения, необходимо построить его профиль на основе промера глубин¹, вдоль выбранного створа. Для этого на прямолинейном участке реки определяется створ, направленный перпендикулярно к течению и количество промерных точек², в зависимости от ширины реки:

- для реки или ручья шириной до 1 м достаточно 2-3 промерных точек;
- на реках шириной 1-10 м — через 0,5 м;
- на реках шириной 10-50 м – через 1 м;
- при ширине русла более 50 м промеры производятся не реже чем через расстояние, соответствующее 5-10 % от ширины реки.

Порядок измерения глубины и ширины реки

1. На выбранном створе исследуемой реки, поперек течения (это важно!) натягивается размеченная веревка и по ней определяется ширина реки.
2. В соответствии с измеренной шириной определяют число промерных точек и их положение на створе. При этом первая и последняя точки должны находиться непосредственно на урезе воды.
3. Продвигаясь вдоль веревки на лодке, в назначенных точках промерная рейка³ опускается до дна и фиксируется деление, на уровне которого находится вода — это и есть глубина реки в данном месте.
4. Данные измерений заносятся в виде таблицы в полевой дневник в соответствующий раздел (см. Приложение 1).

Одновременно в дневник обязательно заносят данные о дате и времени выполнения промеров и указывают местоположение створа. Также отмечается характер грунта, наличие и характер растительности в русле реки.

По данным измерений строится поперечный профиль русла реки (см. рис. 2).

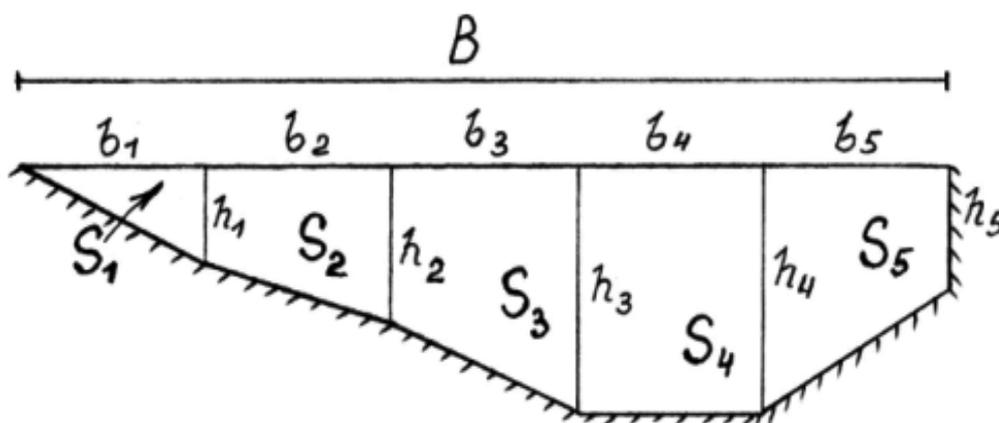


Рис. 2. Площадь поперечного сечения русла:

$$S = S1+S2+S3+S4+S5 \text{ м}^2$$

На основании профиля рассчитывается площадь водного сечения, как сумма площадей простых геометрических фигур, образованных промерными вертикалями. Этими фигурами могут быть прямоугольные трапеции (S_2, S_3 и S_5), прямоугольники (S_4) или прямоугольные треугольники (S_1), площадь которых определяется по правилам:

¹ Глубина водного объекта – расстояние по вертикали от поверхности воды до дна

² Промерные точки – точки на створе, в которых измеряется глубина реки

³ Промерная рейка – деревянный шест с делениями по 0,1 м, длиной до 5 м и диаметром 5-6 см

- Площадь прямоугольной трапеции равняется произведению полусуммы оснований (например, h_1 и h_2) на высоту (b_2): $S_2 = (h_1 + h_2) \cdot b_2 / 2$;
- Площадь прямоугольного треугольника – половине произведения катетов (b_1 и h_1): $S_1 = (b_1 \cdot h_1) / 2$;
- Площадь прямоугольника – произведению двух его сторон (b_4 и h_4): $S_4 = b_4 \cdot h_4$.

В нашем случае, основаниями, катетами и сторонами фигур будут измеренные глубины и расстояния между промерными точками. Полученную площадь сечения необходимо записать в полевой дневник в соответствующий раздел.

Наблюдение за уровнем воды

Данные о регулярных измерениях уровня с точным указанием местоположения створа, времени проведения наблюдения и особенностей погоды представляют собой ценную информацию, которая должна периодически собираться для объективной оценки состояния реки.

В России на некоторых водных объектах устанавливаются государственные посты наблюдений за уровнем, которые состоят из специальных приспособлений для измерения уровней и имеют точную топографическую отметку, что дает возможность сравнивать показания разных постов между собой и оценивать общую ситуацию на территории водосбора, бассейна и т.п. Если в районе наблюдения отсутствует государственный водомерный пост, то можно организовать свой временный водомерный пост. Конечно, его данные нельзя будет сравнить с данными наблюдений системы государственной службы, тем не менее, можно будет 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.

Практически для любого водоёма может быть организован **свайный водомерный пост** (см. рис. 3 а). Для его организации изготавливаются специальные сваи: деревянные или металлические, с яркими оголовками, чтобы они были хорошо заметны.

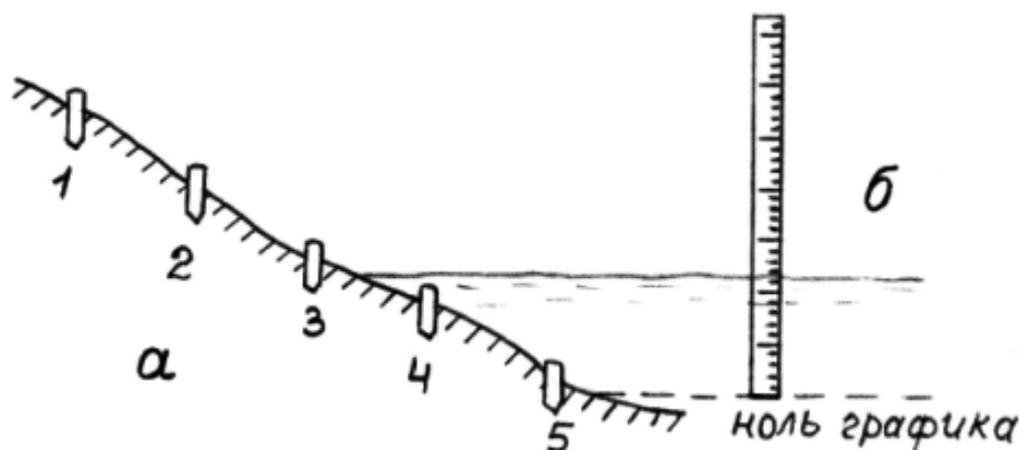


Рис. 3. Устройство водомерных постов
(а — свайного, б — речного)

Первой устанавливается свая, расположенная на уровне нуля графика¹ (5 на рис. 3). Затем выше нее, через определенную высоту (0,5 м, 1 м) с помощью нивелира

¹ Ноль графика – минимальный наблюдаемый уровень воды в период летней межени

устанавливаются другие сваи. Количество свай зависит от крутизны берега и амплитуды колебания уровня. Для измерения уровней воды применяется металлическая переносная водомерная рейка с делениями 1 см. Для определения уровня водомерную рейку ставят на ближайшую к берегу погруженную в воду сваю, и замечают отметку уровня воды. К относительной высоте сваи прибавляют измеренную высоту воды над сваем 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.

Однако самым удобным способом обустройства водомерного поста является **использование постоянной рейки**, закреплённой на опоре моста через реку (рис. 3 б), на которую наносится разметка на деления, желателен яркой масляной краской. Рейка устанавливается на стороне моста, обращенной вниз по течению, чтобы во время ледохода ее не сломало и не сорвало проходящими льдинами.

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.

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 нет возможности измерить уровень воды точно в это время, то можно измерять в любое время, отмечая при этом время и дату наблюдения. В период половодья, когда вода в реке прибывает особенно быстро, наблюдения проводятся через 3-6 часов. То же относится и к периодам сильных дождей и паводков на реке.

Полученные данные записываются в полевой дневник в соответствующий раздел (см. Приложение 1). По полученным данным можно построить график колебания уровня воды за период наблюдений.

Определение скорости течения реки

Наиболее простым и доступным способом измерения скорости течения воды является использование **поверхностных поплавков**.

Оснастка

- Полевой дневник (см. Приложение 1).
- Поверхностные поплавки.
- Рулетка или мерная веревка.
- Секундомер или часы с секундной стрелкой.

Поверхностные поплавки могут быть изготовлены в виде деревянных кружков (спилов дерева) диаметром 10-20 см, толщиной 3-5 см, окрашенных в яркий цвет. Поверхностная скорость определяется при известном пройденном поплавком расстоянии и затраченном времени.

Перед началом измерений вдоль берега вверх и вниз от выбранного створа (того, 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 приметными вешками размечают два створа — верхний (расположен выше по течению) и нижний (соответственно ниже по течению). Промерный створ теперь расположен посередине и называется главным (см. рис. 4).

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.

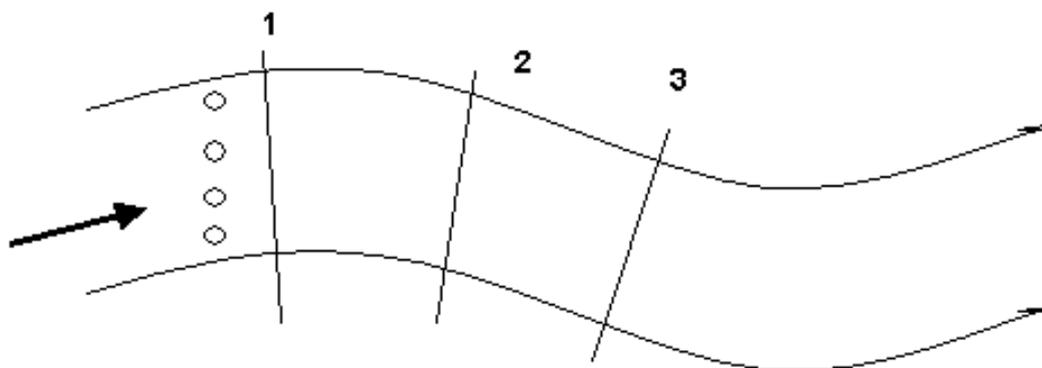


Рис. 4. Схема расположения створов при измерении скорости течения реки поплавками

Порядок измерения скорости 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. Поплавки запускаются в 5-10 м выше верхнего створа. Если река мелкая, то запускать поплавок можно, войдя прямо в реку.
3. При прохождении поплавка через верхний створ запускается секундомер.
4. При прохождении среднего створа фиксируется время, не выключая секундомер.
5. При прохождении нижнего створа фиксируется время, а секундомер выключается.
6. Все данные записываются в полевой дневник.

Процедура повторяется со следующим поплавком, а данные наблюдения записываются в соответствующую таблицу (см. Приложение 1).

Определив поверхностную скорость течения, можно найти среднюю скорость течения для данной вертикали. Установлено, что для небольших рек она составляет 70-90% от поверхностной скорости в зависимости от строения дна и берегов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДЫ

Органолептическая оценка¹ является важным и наиболее доступным для любых исследователей этапом гидрохимических наблюдений, которые можно осуществить без использования специальных приборов. При этом выполняется предварительная оценка состояния водного объекта, определяются источники воздействия, выявляются причины ухудшения качества воды.

Органолептические характеристики воды:

- цветность;
- прозрачность;
- запах;
- вкус и привкус;
- пенистость;
- количество взвешенных веществ.

Отбор проб

Требования к отбору проб воды для определения органолептических свойств не так критичны, как для химического анализа (см. соответствующий раздел), но необходимо учитывать возможный срок хранения проб (см. Таблица 1).

Табл. 1. Сроки хранения проб воды

Показатели качества воды	Сроки хранения (час)
Цветность	6
Прозрачность	4
Запах	2
Вкус и привкус	2
Взвешенные вещества	4

Цветность

Цветность природных вод обусловлена, как правило, присутствием гумусовых окрашенных органических веществ, которые 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. Например, реки, вытекающие из болот, имеют желтую, красноватую или коричневую окраску, так как содержат много гумусовых веществ.

¹ Органолептические показатели – это те показатели, которые определяются при помощи органов чувств человека (зрение, обоняние, вкус)

Сточные воды красильных, кожевенных и химических производств также могут создавать интенсивную окраску воды.

Определение цветности проводят в разные сезоны гидрологического года: зимнюю межень, половодье (на подъеме, на пике и на спаде), летне-осеннюю межень и во время паводков. Для **определения цветности** необходима пробирка, которую заполняют водой до высоты 10-12 см. Если вода очень мутная, то перед определением цветности ее следует отфильтровать. Затем воду рассматривают сверху на белом фоне при боковом естественном освещении и определяют цветность в соответствии с общепринятой шкалой:

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

Результаты наблюдений записываются в полевой дневник. Нужно учитывать, что в соответствии с санитарными требованиями к качеству воды в зонах отдыха окраска воды не должна обнаруживаться визуально в столбике высотой 10 см. Для питьевой воды это значение составляет 20 см.

Осадок

Взвешенные вещества, присутствующие в природных водах, состоят из частиц песка, глины, других нерастворенных неорганических соединений, а также живых микроорганизмов, водных организмов и их отмерших остатков. Количество взвеси зависит от пород и почв, слагающих русло, от размера взвешенных частиц, скорости потока, что связано с сезонными изменениями и режимом стока, а также от влияния хозяйственной деятельности человека. Взвешенные частицы влияют на прозрачность воды и на проникновение в нее света, на температуру и качество поверхностных вод. Они аккумулируют многие загрязняющие вещества, содержащиеся в воде, например, токсичные тяжелые металлы (медь, никель, цинк и другие). Часть взвешенных веществ со временем выпадает в осадок. Таким образом, по осадку можно судить о состоянии воды.

Порядок исследования осадка

1. Набрать в мерный цилиндр¹ значительное количество воды (1 литр).
2. Дать воде отстояться в течение часа.
3. Отметить в Полевом дневнике следующую информацию:
 - *объём осадка*: незначительный, заметный, большой (с помощью линейки можно измерять высоту осадка);
 - *характер осадка*: хлопьевидный, илистый, глинистый, песчаный;
 - *цвет осадка*: серый, коричневый, бурый.
4. После выпадения осадка описать состояние воды: осветление незначительное, слабое, сильное; вода стала прозрачной.

Мутность

Мутность воды обусловлена наличием в воде очень мелких частиц и микроорганизмов, способных рассеивать свет. Для **определения мутности** необходимо набрать воду в пробирку и поместите ее перед источником света. Посмотрев сквозь пробирку

¹ Мерный цилиндр можно заменить любым прозрачным сосудом с ровным дном

перпендикулярно направлению лучей света, можно определить мутность пробы, в соответствии со следующей шкалой:

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

Данные наблюдений записываются в полевой дневник.

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). Так как теплая вода имеет меньшую плотность, то нагретый слой располагается над холодной и поэтому более тяжелой водой. Этот эффект расслоения воды называется *стратификацией* водного объекта (обычно водоёма - пруда или озера). Стратификация приводит к снижению содержания кислорода на глубине, что в свою очередь губительно для водоёма.

Определение прозрачности

1. С использованием мерного цилиндра

Исследуемую воду понемногу наливают в мерный стеклянный цилиндр диаметром 2,5 см и более, высотой около полуметра (не менее 30 см), и взбалтывают. Цилиндр располагают на высоте около 4 см над хорошо освещенным четким черным текстом средней жирности высотой 3,5 мм на белом фоне. При этом определяют высоту столба жидкости, через который удается прочесть текст сквозь воду в цилиндре.

2. Непосредственно в водном объекте.

Мерой прозрачности в этом случае служит высота столба жидкости, с которой можно видеть медленно опускаемый в воду диск Секки¹ или различать на помещаемой в водную толщу белой бумаге шрифт средней жирности высотой 3,5 мм.

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 Полевом дневнике. 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, а также с промышленными, сельскохозяйственными и хозяйственно-бытовыми сточными водами.

На запах воды оказывают влияние многие факторы: состав содержащихся в ней веществ, температура, величина рН, степень загрязненности водного объекта, биологи-

¹ Диск Секки – белый металлический диск диаметром 30 см со шнуром, который имеет метки через известные равные расстояния (можно изготовить из пластика или фанеры с добавлением груза)

ческая обстановка, гидрологические условия и т.д. Различают запахи искусственного и естественного происхождения.

Запахи естественного происхождения

- Ароматический: огуречный, цветочный;
- Болотный: илистый, тинистый;
- Гнилостный: фекальный, навозный;
- Древесный: мокрой щепы, древесной коры;
- Землистый: прелый, свежевспаханной земли;
- Плесневой: затхлый;
- Сероводородный: тухлых яиц;
- Травянистый: сена, скошенной травы;
- Неопределенный.

Запах воды характеризуется интенсивностью, которую измеряют в баллах.

Определение интенсивности и характера запаха

1. В колбу вместимостью 250-350 мл (или другой чистый сосуд) наливается 100 мл исследуемой воды, и ёмкость закрывается пробкой.
2. Несколько раз вращательными движениями перемешивается содержимое колбы.
3. Колба открывается и осторожно, неглубоко вдыхая воздух, определяется характер и интенсивность запаха (температура воды должна быть около 20°C).
4. Если запах слабый, то воду в колбе следует нагреть до температуры 50-60°C, подержав колбу на горячей водяной бане.
5. Повторить действия, указанные в пунктах 1 – 3.
6. Записать результаты в полевой дневник.

Для того чтобы найти источник и причины появления запаха, следует определение запаха проводить в различные сезоны года и на разных участках водного объекта.

Интенсивность запаха можно также определять разбавлением исследуемой пробы дистиллированной водой (или водой, не имеющей собственного запаха). Разбавление осуществляют до тех пор, пока запах не исчезнет. Кратность разбавления определяет интенсивность запаха.

Внешний вид водного объекта

Внешний вид водного объекта можно охарактеризовать следующим образом:

- наличие или отсутствие плёнок 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 плёнок (обычно радужных) и пятен на поверхности воды, нефтяных пятен на берегу и растениях характеризуют уровень загрязнения водного объекта, который можно выразить в баллах (см. Приложение 1).

Следует отметить, что причиной возникновения плёнки на поверхности водного объекта могут быть и естественные природные факторы (например, торфяники), что относится к уровню загрязнённости в 2 балла. Поэтому следует внимательно изучить вид плёнок. Торфяные (естественные) плёнки не сплошные, а разделены, как будто на осколки. Нефтяные пятна обычно сплошные, радужные, причем под разным углом зрения они переливаются разными цветами.

ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ВОДНОГО ОБЪЕКТА

Химические показатели связаны с наличием в воде растворённых химических веществ, которые имеют как естественную, так и антропогенную природу. Такие вещества, как правило, не могут быть определены с помощью органов чувств, следовательно, нужны методы, позволяющие выявить их наличие в воде и определить их концентрацию (количество). Химические показатели дают более точную количественную оценку качества воды в водном объекте, однако требуют особого навыка при их определении и специального оборудования. Методика включает только простейшие методы химического анализа, которыми могут воспользоваться люди без специальных знаний.

Отбор проб и подготовка воды к анализу

Для химического анализа воды необходимо правильно отобрать пробу, причём, в зависимости от цели исследования проба воды может быть получена:

- однократным отбором всего необходимого количества воды;
- смешением проб, отобранных через промежутки времени в одном месте водоёма;
- смешением проб, отобранных одновременно в разных местах водоёма.

Оборудование для отбора проб

При отборе проб воды используют посуду из бесцветного стекла или полиэтилена, разрешенного для хранения питьевой воды. Посуда должна иметь специальную пробку (стеклянную, полиэтиленовую или другую, но обёрнутую полиэтиленовой плёнкой). На практике удобно пользоваться банкой или бутылкой.

Перед отбором проб посуда моется моющими средствами, многократно ополаскивается водой, а перед забором несколько раз ополаскивается исследуемой водой.

В местах с затрудненным доступом к воде банку или бутылку можно прикрепить к шесту. Для взятия проб с определенной глубины используются батометры. При отсутствии данного прибора можно сделать самодельный батометр, состоящий из ёмкости с пробкой, к которой прикреплен шнур, и футляра, который имеет груз и петлю. К петле привязывают верёвку с отметками, по которым определяется глубина погружения. На нужной глубине пробку выдёргивают, а наполненную водой ёмкость поднимают.

Места отбора проб

Отбор проб воды на проточных водоёмах производится на 1 км выше ближайшего пункта водопользования (водозабор для питьевого водоснабжения, место купания или организованного отдыха, территория населённого пункта), а на непроточных водоёмах и водохранилищах – на расстоянии 1 км в обе стороны от пункта водопользования. Обычно пробы в створе отбирают в трех точках (у обоих берегов и в фарватере), но если это невозможно (технические ограничения) или на небольших водоёмах, допускается отбор проб в одной или двух точках.

Лучше всего пробы отбирать в 5-10 м от берега с глубины 50 см.

Объектом особого внимания должны стать загрязнённые реки. Если на реке имеется сброс сточных вод от промышленных предприятий, стоки животноводческих ферм и другие источники антропогенного загрязнения, отбор проб воды проводят на 500 м выше и ниже места сброса, что позволяет контролировать степень загрязнения воды в реке сточными водами. Если в результате сброса сточных вод в придонных слоях могут накапливаться вредные вещества в виде осадка, необходимо отбирать придонные пробы на расстоянии 30-50 см от дна. В водохранилищах, озёрах, прудах, где течение воды резко замедлено и может быть неоднородным на различных участках, обычно берут серию проб по глубине.

Сразу же после взятия пробы необходимо сделать запись в полевом дневнике (См. Приложение 1) об условиях отбора, направлении ветра, указать дату и час отбора воды.

Сроки хранения проб

Необходимо учитывать, что в воде постоянно происходит множество физико-химических, биохимических и других процессов, поэтому для получения достоверных результатов анализ следует проводить как можно быстрее. Существуют предельные сроки хранения проб (см. Табл. 2).

Таблица 2. Предельные сроки хранения проб воды

Показатели качества воды	Сроки хранения
pH	при отборе
Жёсткость	2 суток
Нитраты	2 суток
Нитриты	2 суток

Определение водородного показателя

Концентрация ионов водорода (H^+) имеет большое значение для химических и биологических процессов, происходящих в природных водах и от её величины зависят развитие и жизнедеятельность водных растений, агрессивное действие воды на металлы и бетон, процессы превращения биогенных элементов, токсичность загрязняющих веществ и т.д. Концентрация ионов водорода в воде имеет очень широкий диапазон значений (от 10^{-14} моль/л до нескольких моль/л), поэтому для удобства использования введён показатель **pH** – логарифм концентрации ионов, взятый с обратным знаком:

$$pH = -\lg[H^+]$$

В чистой воде показатель pH близок к 7. По мере уменьшения величины pH вода все более приобретает кислые свойства, с ростом величины pH – щелочные. Значение pH в речных водах обычно варьирует в пределах 6,5-8,5, в незагрязнённых атмосферных осадках около 5,6, в болотах 4,5-6,0, в морских водах 7,9-8,3. Кроме того, концентрация ионов водорода подвержена сезонным колебаниям. Зимой величина pH для речных вод составляет 6,8-7,4, а летом 7,4-8,2. Это объясняется жизнедеятельностью водных организмов и изменением физических условий.

В соответствии со стандартами, величина pH в водоёмах, используемых для обеспечения человеческой деятельности, не должна выходить за пределы интервала 6,5-8,5. Питьевая вода должна иметь нейтральную реакцию (pH около 7).

В результате происходящих в воде химических и биологических процессов и потерь углекислоты, рН воды может быстро изменяться, поэтому его следует определять сразу же после отбора пробы воды. Оценивать величину рН можно разными способами.

Процедура анализа

В пробирку налить 5 мл исследуемой воды и 0,1 мл универсального индикатора, перемешать и по окраске раствора оценить величину рН (см. Табл. 3). Также можно поступить и при использовании универсальной индикаторной бумаги.

Таблица 3. Определение водородного показателя

Цвет смеси	Значение рН
розово-оранжевая	Менее 5
светло-желтая	6
светло-зеленая	7
зеленовато-голубая	Более 8

Более точное определение рН проводится на специальном приборе.

Сухой остаток

Сухой остаток¹ характеризует содержание минеральных и органических (частично) примесей, образующих с водой истинные и коллоидные растворы.

Чтобы получить осадок берут 1 л анализируемой, профильтрованной воды. Небольшую порцию воды помещают в предварительно взвешенную фарфоровую чашку (массой m_1) и, не доводя до кипения, выпаривают на электроплитке, добавляя воду по мере испарения. Чашку с сухим остатком помещают в сушильный шкаф, нагретый до 110°C и высушивают до постоянной массы m_2 . Величина сухого остатка (мг/л), определяется по формуле:

$$m = m_2 - m_1$$

Жёсткость воды

Различают общую, временную и постоянную жёсткость воды. **Общая жёсткость** обусловлена, главным образом, присутствием растворенных в воде соединений кальция и магния. **Временная жёсткость** (устраняемая или карбонатная) обусловлена наличием гидрокарбонатов кальция и магния. **Постоянная жёсткость** (некарбонатная) вызвана присутствием растворимых солей кальция и магния.

Общая жёсткость варьируется в широких пределах в зависимости от типа пород и почв, слагающих бассейн водосбора, а также от сезона года. Характеристика воды по жёсткости представлена в Табл. 4. Общая жёсткость в источниках централизованного водоснабжения допускается до 7 ммоль экв/л, в отдельных случаях по согласованию с органами санитарно-эпидемиологического надзора – до 10 ммоль экв/л.

¹ Сухой остаток – остаток после выпаривания отфильтрованной пробы воды до постоянной массы

Таблица 4. Показатели жёсткости воды

Характеристика воды	Значение жёсткости, ммоль экв/л
Мягкая	до 4
Средняя	4-8
Жёсткая	8-12
Очень жёсткая	более 12

Процедура анализа

В колбу наливают 10 мл анализируемой воды, добавляют 5-6 капель фенолфталеина. Если окраска не появляется, то считается, что карбонат-ионы отсутствуют. В случае возникновения розовой окраски пробу титруют 0,05 н раствором соляной кислоты до обесцвечивания. Концентрацию карбонат-ионов рассчитывают по формуле:¹

$$C_{\text{К}} = V_{\text{HCl}} \times 300$$

Затем в этой же пробе определяют концентрацию гидрокарбонат-ионов. К пробе добавляют 1-2 капли раствора метилового оранжевого. При этом проба приобретает желтую окраску. Раствором 0,05 н соляной кислоты титруют пробу до перехода желтой окраски в розовую. Концентрацию гидрокарбонат-ионов рассчитывают по формуле:

$$C_{\text{ГК}} = V_{\text{HCl}} \times 305$$

Карбонатную жёсткость $J_{\text{К}}$ рассчитывают, суммируя значения концентрацией карбонат- и гидрокарбонат-ионов по формуле:

$$J_{\text{К}} = C_{\text{К}} \times 0,0333 + C_{\text{ГК}} \times 0,0164$$

Определение минерального состава

Минеральный состав воды интересен тем, что отражает взаимодействия воды как физической фазы и среды жизни с другими фазами (средами): твердой, подстилающей поверхностью, почвообразующими минералами и породами; газообразной, воздушной средой, и содержащейся в ней влагой и минеральными компонентами. Кроме того, минеральный состав воды обусловлен целым рядом протекающих в разных средах физико-химических и физических процессов.

Процедура анализа

Для определения присутствия минеральных солей, растворенных в воде, можно воспользоваться обезжиренными предметными стеклами. На одно стекло наносится несколько капель дистиллированной воды, а на другое – исследуемой воды. Дистиллированная вода не содержит растворенных солей, поэтому является эталоном. Затем следует выпарить воду со стёкол и сравнить их. Белый налет указывает на наличие солей. Чем он больше, тем больше солей было растворено в воде.

Определение нитратов в воде

Предельно допустимая концентрация нитратов в питьевой воде – 45 мг/л. Для определения концентрации нитратов, необходимо на часовое или предметное стекло поместить 3 капли раствора дифениламина, приготовленного на концентрированной сер-

¹ V_{HCl} – объём раствора соляной кислоты, израсходованный на титрование

ной кислоте, и 1-2 капли исследуемой воды. В присутствии нитрат-ионов появляется синее окрашивание, интенсивность которого зависит от их концентрации.

Определение хлорид-ионов

В поверхностных водах количество хлоридов зависит от характера пород, слагающих бассейны, и варьирует в значительных пределах – от десятых долей до тысячи миллиграммов на литр. Много хлора попадает в водоёмы со сбросами хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. Для водоёмов – источников водоснабжения допускается предельная концентрация до 350 мг/л.

Процедура анализа

В пробирку отбирают 5 мл исследуемой воды и добавляют 3 капли 10% раствора нитрата серебра. Приблизительное содержание хлоридов определяют по осадку или помутнению (см. Табл. 5).

Таблица 5. Определение содержания хлоридов

Осадок или помутнение	Концентрация хлоридов, мг/л
Опалесценция или слабая муть	1-10
Сильная муть	10-50
Образуются хлопья, но осаждаются не сразу	50-100
Белый объёмистый осадок	более 100

Определение сульфат-ионов

Содержание сульфатов в природных водах обусловлено выщелачиванием горных пород, биохимическими процессами и т.д. В северных водоёмах сульфатов обычно мало, а в южных, где воды более минерализованы, содержание сульфатов увеличивается. Сульфаты попадают в водоёмы также со сбросами сточных вод. Концентрация сульфатов в водоёмах – источниках водоснабжения допускается до 500 мг/л.

Процедура анализа

В пробирку вносят 10 мл исследуемой воды, 0,5 мл раствора соляной кислоты и 2 мл 5% раствора хлорида бария, перемешивают. По характеру выпавшего осадка определяют ориентировочное содержание сульфатов (см. Табл. 6).

Таблица 6. Определение содержания сульфатов

Осадок и помутнение	Концентрация сульфатов, мг/л
Отсутствует	менее 5
Слабая муть через несколько минут	5-10
Слабая муть сразу	10-100
Сильная быстрооседающая муть	более 100

Определение карбонат-ионов

В пробирку вносят 10 мл исследуемой воды и приливают пипеткой несколько капель 10% раствора соляной кислоты. Оксид углерода (IV), образующийся при реакции,

выделяется в виде пузырьков. По интенсивности их выделения судят о более или менее значительном содержании карбонатов.

Определение сероводорода, гидросульфидов и сульфидов

Качественно определить присутствие в воде сероводорода и его солей можно по специфическому запаху в месте наблюдения (запах «тухлых яиц»).

Другой метод – реакция сероводорода и сульфидов с ионами свинца. Для этого необходимо приготовить «свинцовую бумагу», смачивая фильтрованную бумагу 5% раствором ацетата свинца, слабоподкисленным уксусной кислотой. Высушенную бумагу, разрезанную на узкие полоски, хранят в банке с притертой пробкой.

Процедура анализа

В бутыль, наполненную исследуемой водой на $\frac{3}{4}$, помещают полоску фильтровальной бумаги, смоченную дистиллированной водой, зажимая ее между пробкой и горлышком. Потемнения бумаги указывает на присутствие свободного сероводорода. При отрицательной реакции воду подкисляют. Потемнение бумаги при подкислении указывает на наличии сульфидов.

Определение содержания тяжёлых металлов в воде

Находящиеся в поверхностных водах примеси тяжелых металлов, как правило, имеют очень малые концентрации, поэтому для их определения проводят концентрирование пробы, а также строго придерживаются условий реакции.

Качественное определение ионов свинца

Свинец обладает способностью поражать центральную и периферическую нервные системы, костный мозг и кровь, сосуды, генетический аппарат, нарушая синтез белка, вызывает малокровие и параличи. Кроме того, большая концентрация свинца тормозит биологическую очистку сточных вод. Основными источниками загрязнения являются сточные воды предприятий и выбросы автотранспорта.

Предельно допустимая концентрация свинца в воде – 0,03 мг/л.

Процедура анализа

На лист фильтровальной бумаги наносят несколько капель исследуемого раствора и добавляют 1 каплю свежеприготовленного 0,2 % раствора родизоната натрия. В присутствии ионов свинца образуется синее пятно. При добавлении 1 капли буферного раствора синий цвет превращается в красный.

Определение общего количества железа

Присутствие железа в водоёме нарушает органолептические свойства воды, при этом предельно-допустимая концентрация общего железа – 0,3 мг/л.

Процедура анализа

В пробирку помещают 10 мл исследуемой воды, прибавляют 1 каплю концентрированной азотной кислоты, несколько капель раствора пероксида водорода и 0,5 мл раствора роданида калия. При содержании железа 0,1 мг/л появляется розовое окрашивание, при более высокой концентрации – красное.

Обнаружение ионов меди

Присутствие меди в водоёме также нарушает органолептические свойства воды, при этом предельно-допустимая концентрация – 0,1 мг/л.

Процедура анализа

В фарфоровую чашку поместить 3-5 мл исследуемой воды, осторожно выпарить досуха и на периферийную часть пятна нанести каплю концентрированного раствора аммиака. Появление интенсивно синей или фиолетовой окраски свидетельствует о присутствии ионов меди.

Обнаружение ионов ртути

Ртуть чрезвычайно вредный компонент, оказывающий сильное токсикологическое воздействие на здоровье человека, при этом она имеет очень низкую предельно-допустимую концентрацию в воде водоёмов – 0,0005 мг/л.

Процедура анализа

1. На стеклянную пластинку поместить по капле испытуемой пробы, азотной кислоты и раствора дифенилкарбазида. В присутствии ионов ртути (I и II)¹ появляется интенсивно синее окрашивание раствора.

2. В две пробирки поместить по 1 мл исследуемой воды. В первую пробирку добавить 1-2 капли раствора хромата калия, а в другую 1-2 капли раствора щелочи. Появление красного и черного осадков свидетельствует о наличии в пробе ионов ртути (I).

3. В пробирку поместить 4-5 капель исследуемой воды и осторожно опустить палочку, смоченную раствором йодида калия. В присутствии двухвалентной ртути, вокруг палочки образуется ярко-красное кольцо йодида ртути, которое быстро исчезает.

Обнаружение органических веществ

Органическое вещество на земле создаётся 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. Поэтому многие элементы с правом могут называться биогенными, т.е. рождающими жизнь. Обычно их подразделяют на макро- и микроэлементы. Макрокомпонентами считаются: азот, фосфор, калий, сера, натрий, хлор, магний, кальций. Среди микрокомпонентов можно назвать: 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). Эти элементы создают сложные соединения, которые, присутствуя или отсутствуя в воде, изменяют её качество.

Процедура анализа

В пробирку поместить 1-2 мл исследуемой воды и прилить пипеткой 2-3 капли 1%-ного раствора перманганата калия.

Исчезновение окраски-перманганата калия или его побурение в исследуемой воде будет указывать на присутствие в ней органических веществ.

¹ В скобках римскими цифрами обозначается валентность ртути

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ И ПОДГОТОВКА ОТЧЁТА

Проведение полевых исследований – важный, но не единственный этап оценки состояния водоёма. Все полученные данные должны быть собраны в общий отчёт, проанализированы совместно, а самое главное, следует обязательно сделать выводы о состоянии водного объекта и предложить пути решения выявленных проблем.

Собранный в ходе полевого и лабораторного исследований материал (карты-схемы, фотографии, записи наблюдений, полевой дневник) являются основой для составления итогового отчёта и паспорта водного объекта (см. Приложение 3). Отчёт представляет собой текстовый документ, который оформляется подобно книге или брошюре, например настоящей методики.

Структура отчёта

1. **Титульный лист**, на котором указывается наименование исследования, время, водоём, состав группы исследователей и руководитель, организации участников.

2. **Аннотация исследования**, в которой помещается краткая информация о проведенном исследовании и полученных результатов. Это необходимо, чтобы читатели легко могли понять, что они получают при изучении этого материала.

3. **Список сокращений**, использованных в исследовании, который удобно разместить в начале основной части отчёта.

4. **Цели и задачи исследования**, поставленные на этапе планирования.

5. **Основная часть**, которую рекомендуется **делить на главы**, в соответствии с программой исследования: общее описание объекта, гидрология, органолептические свойства, гидрохимия и т.д. Отчёт сопровождается фотографиями, рисунками, схемами, графиками, которые получены в ходе исследования. Очень полезно показать на фотографиях изменение состояния изучаемого водного объекта. Для этого используются фотографии, сделанные в одном месте, но в разное время, например, через несколько месяцев или лет. Каждую главу целесообразно заканчивать выводами.

6. **Заключение**, в котором подводятся итоги исследования и делаются обобщённые выводы о состоянии водного объекта. Здесь же указываются предложения по улучшению состояния водоёма и рекомендации для будущих исследований.

7. **Список использованных источников**: литература, Интернет, опросы и т.д.

8. **Приложения**. В эту часть отчёта помещаются большие таблицы, карты, дополнительные материалы, которые могут помочь при углубленном изучении отчёта.

Дополнительные материалы

Кроме аналитического отчёта целесообразно приготовить специальные презентационные материалы. Это особенно важно, если вы хотите представлять результаты исследования на конференциях и семинарах, а также обращаться в органы власти и к другим заинтересованным сторонам за помощью. Рекомендуется приготовить специальную презентацию для демонстрации на компьютере, а также, если есть возможность, красочный буклет о водоёме и большой плакат с описанием результатов.

ОПЕРАТИВНАЯ ОЦЕНКА И ИНФОРМИРОВАНИЕ О ПРОБЛЕМАХ

Собранные данные и итоговый отчёт подвергаются дальнейшей камеральной обработке с целью сравнения с предыдущими сведениями о водном объекте (если такие есть), а также для выявления экологических проблем.

Целесообразно подготовить краткое письменное описание результатов исследования или Паспорт реки (см. Приложение 3), используя всю собранную информацию, а также фотографии и другие иллюстративные материалы. Кроме того, необходимо составить сводную карту обследования, на которой специальными знаками (см. Приложения 2, 3) отмечаются все выявленные проблемные места, а также места, в которых проводилось исследование.

Если загрязнение воды или берега водоёма обнаружено, то надо постараться 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 зависят меры по защите водного объекта.

Следует помнить, что главной целью общественной оценки является не просто изучение водного объекта, а выявление проблем, вызванных деятельностью человека, и их решение. Следовательно, необходимо информировать органы власти о проблемах и контролировать ход их решения. Для этого, подготовленное описание реки или Паспорт реки с указанием выявленных проблем надо направить в органы надзора и местного самоуправления, сопроводив материалы специальным письмом (см. Приложение 4).

Использование методики оперативной общественной оценки позволяет собирать данные о разных водных проблемах, но при этом получаемые сведения могут быть включены в единый банк данных рек нашего региона. Для этого необходимо передать полученные материалы в партнерскую сеть по защите рек бассейна Иртыша (контактную информацию можно найти на сайте www.ecomsk.ru).

Рекомендуем также широко использовать полученные в ходе оценки результаты в учебной и научной деятельности. Собранные материалы должны стать основой для подготовки рефератов, статей и выступлений на конференциях. Все это способствует привлечению внимания к проблемам рек, а в конечном счете – сохранению бесценных природных объектов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Полевой дневник

Визуальное обследование

Дата наблюдений (число, месяц, год)

Тип (река, ручей, озеро) и название водного объекта

Место наблюдений (город, посёлок, район)

Размеры водоёма (если обследуется весь водоём) или его участка:

Ширина (м) Длина (м) Форма

Описание прилегающей к водоёму территории (расположение, размер, состояние):

1. Лес.....

2. Луг.....

3. Сельскохозяйственные угодья

4. Промышленная зона.....

5. Селитебная территория.....

Наземная флора береговой зоны:

1. Деревья (ива, тополь, ольха, береза, ель ...).....

2. Кустарники (черемуха, бузина, боярышник ...)

3. Травы (клевер, лабазник, ежа, кострец, осот ...)

Прибрежно-водная растительность (рогоз, камыш, тростник...).....

Высшая водная растительность (ряска, элодея, стрелолист)

Фауна вблизи водоёма

Грунт на дне водоёма (песок, глина, ил, галька ...)

Грунт на берегу водоёма (песок, глина, галька ...)

Органолептическая характеристика воды:

1. Цвет (зеленоватый, желтый, серый ...).....

2. Запах («рыбный», нефтепродукты, тухлый ...).....

3. Наличие плёнок, пятен на поверхности

4. Наличие плавающих скоплений пены

5. Наличие перифитона, внешний вид (налёт на камнях, растениях ...).....

Источники загрязнения водного объекта:

1. Сброс (промышленных стоков, коммунально-бытовых стоков).....

2. Мойки транспортных средств

3. Несанкционированные свалки отходов

4. Складирование минеральных удобрений и ядохимикатов

.....

.....

Описание свалок мусора

Местоположение и общее описание свалки:

Населенный пункт и водный объект.....

Окружающая экосистема (лес, луг, пастбище, болото, овраг и т.п.).....

Размер (длина, ширина, высота, форма)

Время образования (новая, старая неэксплуатируемая, старая эксплуатируемая)

Возможная причина образования (деятельность или событие)

Состав мусора (в процентах):

- Бытовой мусор (бумага, бутылки, банки, упаковка и т.п.)
- Промышленные отходы (лом, стружка, опилки, ткань, кожа, пластмасса)
- Строительный мусор (кирпич, шифер, рубероид, доски, цемент, стекло и т.п.).....
- Химические отходы (удобрения, краски, растворители, нефтепродукты и т.п.)
- Степень влияния мусора на водный объект
- Предполагаемые нарушители

Результаты промеров глубин реки

Дата.....**Время начала работ**..... **Время окончания работ**

Местоположение створа

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

Характер грунта (аббревиатура):

- Илистый (и),
- Песчаный (п),
- Каменистый (к).

Растительность (аббревиатура):

- «отсутствует» (нет),
- «есть в прибрежной зоне» (приб.),
- «по всему руслу реки» (есть),
- «густая» (г),
- «редкая» (р).

Площадь поперечного сечения

Дата

Ширина русла реки

Местоположение створа						
Площадь сечения, м²						

Уровень воды в водоёме

Название водного объекта.....

Местонахождение поста.....

Дата					
Время (час, мин)					
Уровень воды над нулём графика Н, см					
Изменение уровня $\pm h$, см*					

* изменение уровня по сравнению с предыдущим наблюдением.

Скорость течения реки и расхода воды

Дата.....Время начала работ..... Время окончания работ

Местоположение створа

Ширина реки (длина главного створа).....

Состояние русла

Погодные условия

№ поплавка				
Расстояние между верхним и нижним створами, L, м				
Время прохождения, с	Верхнего створа			
	Среднего створа			
	Нижнего створа			
Разница во времени, t, с				
Скорость, м/с				
Площадь сечения реки, w, м ²				
Расход воды в реке, Q, м ³ /с				

Уровень загрязнения водного объекта по внешнему виду

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

Результаты исследования органолептических свойств воды

Номер пробы, дата, время и место отбора.....

Характеристика	Ед. измерения	Значение показателя			
		I	II	III	среднее
Температура	°С				
Цветность	описание				
Осадок – Объем – Характер – Цвет – Состояние воды после выпадения осадка	описание				
Мутность	описание				
Прозрачность	см				
Запах – Характер – Интенсивность	описание; баллы				
Внешний вид	описание; баллы				

Балльная оценка запаха

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

Химические показатели состояния водного объекта

Номер пробыТип пробы

Дата и время отбораМесто отбора

Глубина отбора пробы (см)Условия отбора.....

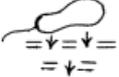
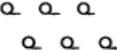
Определение содержания химических элементов в воде (см. процедуры анализа)

- Водородный показатель (рН) Сухой остаток
- Жёсткость воды Минеральный состав
- Нитраты..... Хлориды
- Сульфаты Карбонаты.....
- Сероводород Гидросульфиды
- Сульфиды Органические вещества

Наличие тяжёлых металлов: свинец, железо, медь, ртуть

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Условные топографические знаки

	Река и направление течения		Шоссе		Родник, ключ
	Обрыв и отметка уреза воды		Грунтовая дорога и мост		Хвойный лес, просека
	Озеро, болото, камыш		Железная дорога		Лиственный лес
	Населенный пункт		Проселочная дорога		Редкий лес
	Отдельно стоящее здание		Тропинка		Вырубленный лес
	Карьер, овраг		Отдельно стоящее дерево		Кустарник
	Торф		Луг		Фруктовый сад

Знаки антропогенного воздействия на водные объекты (перечень может быть расширен)

	Действующий выпуск сточных вод		«Сухой» выпуск сточных вод		Брошенное судно
	Свалка бытовых отходов		Складированный уголь		Складированные удобрения
	Свалка автомобильных покрышек		Гравий		Металлические конструкции
	Емкости для нефтепродуктов		Продукты деревообработки		Свалка отходов

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Экологический паспорт водного объекта

I. Общие сведения

1. Название.....
2. Тип объекта: главная река, приток, озеро, пруд.....
3. Речная система (к какому водосбору принадлежит водный объект)
4. Размеры водоёма (для реки – длина).....
5. Располагается на территориях (районы, населенные пункты)
6. Притоки и их характеристика (левые, правые).....
7. Плотины, запруды (местоположение)
8. Для искусственных водоёмов (каналы, канавы, пруды):
 - Характер объекта (копанный, бетонные берега и др.).....
 - Время создания Цель создания

II. Характеристика водоёма в месте исследования

1. Описание местоположения исследуемого участка:
(в верхнем течении/ближе к истоку, среднем, нижнем/ближе к устью)
2. Местоположение створа наблюдений.....
3. Особенности долины (для рек – поймы):
 - 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 (количество, расположение)
5. Русло реки (для рек):
 - Ширина и глубина (максимальная, средняя).....
 - Наличие островов, бродов, протоков, перекатов и их расположение
 - Особенности грунта дна
 - Скорость течения Расход воды
6. Оценка качества воды:
 - Цвет Мутность Осадок
 - Прозрачность Запах..... Температура
7. Химические показатели состояния водоёма:
 - Водородный показатель (рН) Сухой остаток
 - Жёсткость воды Минеральный состав
 - Нитраты..... Хлориды
 - Сульфаты Карбонаты.....
 - Сероводород Гидросульфиды
 - Сульфиды Органические вещества

8. Содержание тяжёлых металлов в воде

- Свинец Железо
- Медь Ртуть

III. Жизнь в реке и у реки

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

IV. Использование реки и ее долины

1. Населенные пункты в долине и по берегам и расстояние до водоёма.....
2. Промышленные и сельскохозяйственные предприятия, их расположение.....
3. Тип и площадь сельскохозяйственных угодий (поля, луга для выпаса скота).....
4. Объекты для отдыха (дома отдыха, детские лагеря, пляжи и т.п.)
5. Наличие судоходства или сплава леса
6. Ведение рыболовства (способы ловли рыбы)
7. Использование для водоснабжения и хозяйственно-бытовых нужд

V. Источники загрязнения реки

1. Природные источники и причины изменения качества воды
2. Антропогенные источники загрязнения реки
3. Места сброса неочищенных вод
4. Места сброса очищенных сточных вод (способ очистки).....
5. Ширина водоохранной зоны

VI. Заключение

1. Выявленные экологические проблемы
2. Принятые меры
3. Дата составления паспорта и авторы

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Форма обращения в органы власти и надзора

Главе местного самоуправления
(города, поселка...) _____

_____ (Главному) специалисту
Департамента природных ресурсов
и охраны окружающей среды
Министерства промышленной политики,
транспорта и связи по Омской Области

Обращение

Уважаемые, _____ (указываются ФИО)!

В ходе оперативной общественной оценки состояния водного объекта _____ (указывается наименование объекта) на территории _____ (указывается район или населенный пункт), организованной _____ (указывается организация, школа или инициативная группа) и проведенной _____ (указываются даты проведения), нами выявлены следующие нарушения:

1. _____

2. _____

...

Обращаемся к Вам с просьбой принять соответствующие меры по контролю указанных нарушений, их ликвидации и недопущению в будущем.

Со своей стороны, мы готовы содействовать в выполнении необходимых мероприятий в рамках наших полномочий и возможностей.

Материалы общественной оценки приложены к настоящему обращению.

Надеемся на вашу поддержку.

Приложение: Результаты оперативной общественной оценки – _____ стр.

(Подпись руководителя организации или инициативной группы)

(Контактная информация: адрес, телефон)

СОДЕРЖАНИЕ

Преамбула	3
Проблемы водных объектов в Омской области.....	4
Обследование водоёма.....	6
Изучение гидрологических параметров водного объекта	10
Определение органолептических свойств воды	15
Химические показатели состояния водного объекта	19
Обработка результатов и подготовка отчёта.....	26
Оперативная оценка и информирование о проблемах	27
Приложение 1. Полевой дневник	28
Приложение 2. Условные топографические знаки.....	32
Приложение 3. Экологический паспорт водного объекта	33
Приложение 4. Форма обращения в органы власти и надзора.....	35