

В данном методическом пособии Вы познакомитесь с простейшей методикой описания реки.

Вы узнаете значение понятий **ширина реки, средняя глубина, скорость течения, тип берега, уклон дна.**

## Общий план изучения реки

Подготовительный этап (выполняется до начала полевых работ на основе картографических и литературных материалов):

1 . Определение по карте основных гидрографических характеристик реки:

- 1.1. К бассейну какой речной системы относится.
- 1.2. Приток какой реки и какого порядка.
- 1.3. Протяженность и извилистость реки.
- 1.4. Название и протяженность притоков.
- 1.5. Падение и уклон реки.
- 1.6. Площадь водосборного бассейна.

2 . Вычислительные работы:

1.1. Определения площади водного сечения реки, смоченного периметра, средней глубины, гидравлического радиуса, средней скорости течения.

1 . 2 . Вычисление расхода воды в реке.

1 . 3 . Определение стока, модуля и коэффициента стока реки.

2. Изучение водного режима реки:

2 . 1 . Источники питания.

2 . 2 . Годовые и многолетние колебания уровней воды.

2 . 3 . Ледниковый режим.

3 . Хозяйственное использование реки:

3.1. Воздействие хозяйственной деятельности на режим реки и качество воды.

Камеральная обработка материала

3 . Вычислительные работы:

1.1. Определения площади водного сечения реки, смоченного периметра, средней глубины, гидравлического радиуса, средней скорости течения.

1 . 2 . Вычисление расхода воды в реке.

1 . 3 . Определение стока, модуля и коэффициента стока реки.

2. Изучение водного режима реки:

2 . 1 . Источники питания.

2 . 2 . Годовые и многолетние колебания уровней воды.

2 . 3 . Ледниковый режим.

3 . Хозяйственное использование реки:

3.1. Воздействие хозяйственной деятельности на режим реки и качество воды.

3 . 2 . Водоохранные мероприятия.

**Бассейном реки** называется территория, с которой собирается питающая ее вода. Каждая река, не впадающая непосредственно в море, относится к бассейну более крупной реки. Та, в свою очередь, относится к бассейну более крупной реки, впадающей непосредственно в море.

Каждая более мелкая река является притоком более крупной реки. Притоки, впадающие в реку непосредственно, называются **притоками первого порядка**. Водотоки, впадающие в реки первого порядка, по отношению к главной реке называются **притоками второго порядка**, и так далее.

**Протяженность реки (L)** определяется по карте (проще всего с помощью курвиметра - простейшего прибора для измерения расстояний по карте) или по литературным данным.

**Извилистость** определяется как отношение **протяженности реки (L)** к расстоянию между **ее началом и концом** (истоком и устьем) по прямой (S) -  $L/S$  (км). Чем больше этот показатель, тем больше и извилистость.

**Падение** - это разница в высотах между началом и концом (истоком и устьем) реки (H).

Вычисляется по топографической карте с помощью горизонталей. **Уклон** - это отношение падения реки (H) к ее протяженности (L) -  $H/L$ . Чем эта величина больше, тем больше уклон.

**Площадь водосборного бассейна** вычисляется по карте. Вначале на карте очерчивается территория водосборного бассейна - территория, с которой поверхностные воды собираются в данную реку по всей ее длине - от точки ее начала (истока) до устья.

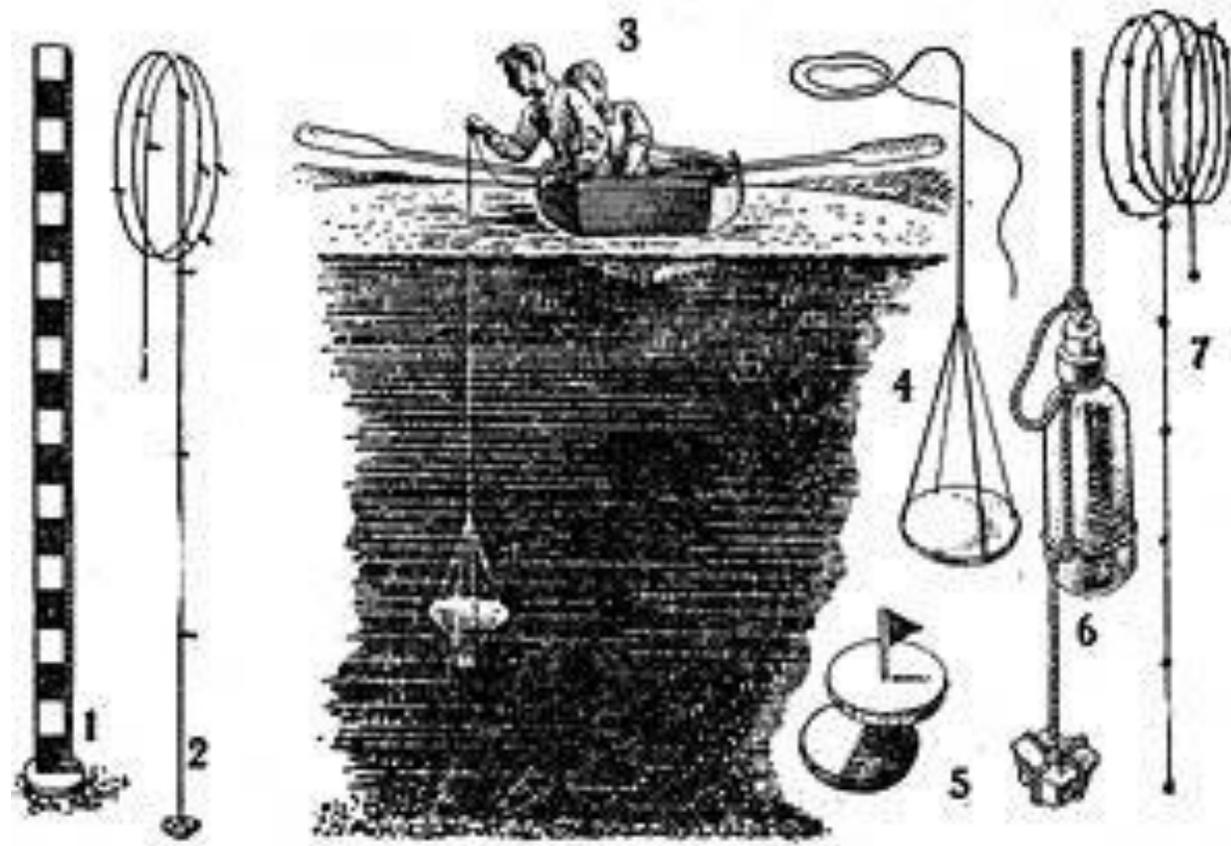
## Сравнительная комплексная характеристика малых рек и ручьев

В дневнике должна быть записана следующая информация

1. **Дата наблюдений** - число, месяц, год.
2. **Метеоусловия** - описывается состояние погоды в день проведения описания - **температура воздуха** в тени, **облачность** (по десятибалльной шкале, где 0 баллов - совершенно чистое небо, а 10 баллов - сплошная облачность), **сила ветра** (нет, слабый, сильный), **отсутствие/наличие осадков**, если есть, то какие (дождь/снег) и их **интенсивность** (слабый/сильный).
3. **Тип и название водного объекта** (например, река Клязьма, ручей Овражий и т.п.)
4. **Местоположение пункта наблюдения** - название административного района, где расположен пункт наблюдений, а также положение относительно ближайшего населенного пункта или другого постоянного ориентира (например, 300 м выше/ниже города/поселка N, плотины, моста и т.п.).
5. **Описание окружающей местности** - что окружает водоем. Если это населенный пункт - указываются его тип (город, поселок городского типа, деревня, дачный поселок, садово-огородные участки), тип застройки (каменные многоэтажные/малоэтажные здания, деревянные строения, дачные постоянные/временные домики, сараи, гаражи и т. п.). Если это промышленная зона - указываются ее особенности, если лес - то какой (хвойный, лиственный, смешанный), если сельскохозяйственные угодья, то какие - поля, покосы, выпасы и т.п.
6. **Морфометрические особенности участка** - **ширина**, **средняя глубина (в метрах)**, **скорость течения** (в метрах в секунду); **тип берега** (пологий, обрывистый, пляж, искусственные берега), **уклон дна** (пологий, крутой, обрывистый, если возможно - уклон в градусах).

## Промеры глубин.

На исследуемом участке реки производится разбивка поперечных профилей, по которым ведут промеры. Створы поперечных профилей обозначают вешками. Промерные створы берутся через 50 - 100 м в зависимости от характера рельефа дна и берегов реки. Для измерения глубины используется ручной лот, который представляет собой размеченную веревку с грузом. На мелких реках удобнее промерять глубины наметкой (шест), размеченной на метры и дециметры. Чтобы шест не погружался в дно, к его концу прибивается поддон в виде диска диаметром 10 - 15 см.



1 – водомерная рейка; 2 – мерный шнур с грузом – лот; 3 – так измеряют прозрачность воды при помощи диска Секки; 4 – диск Секки; 5 – поплавки для вычисления скорости течения; 6 – самодельный батометр с грузом для получения проб воды; 7 – мерный шнур, разделенный узлами.

## Определение скорости течения реки.

Скорость течения представляет собой путь, пройденный частицами воды за единицу времени, и измеряется в метрах за одну секунду (м/с). **Знать скорость течения необходимо для вычисления расхода воды.**

Для измерения скорости **используются поплавки и гидрометрические вертушки.**

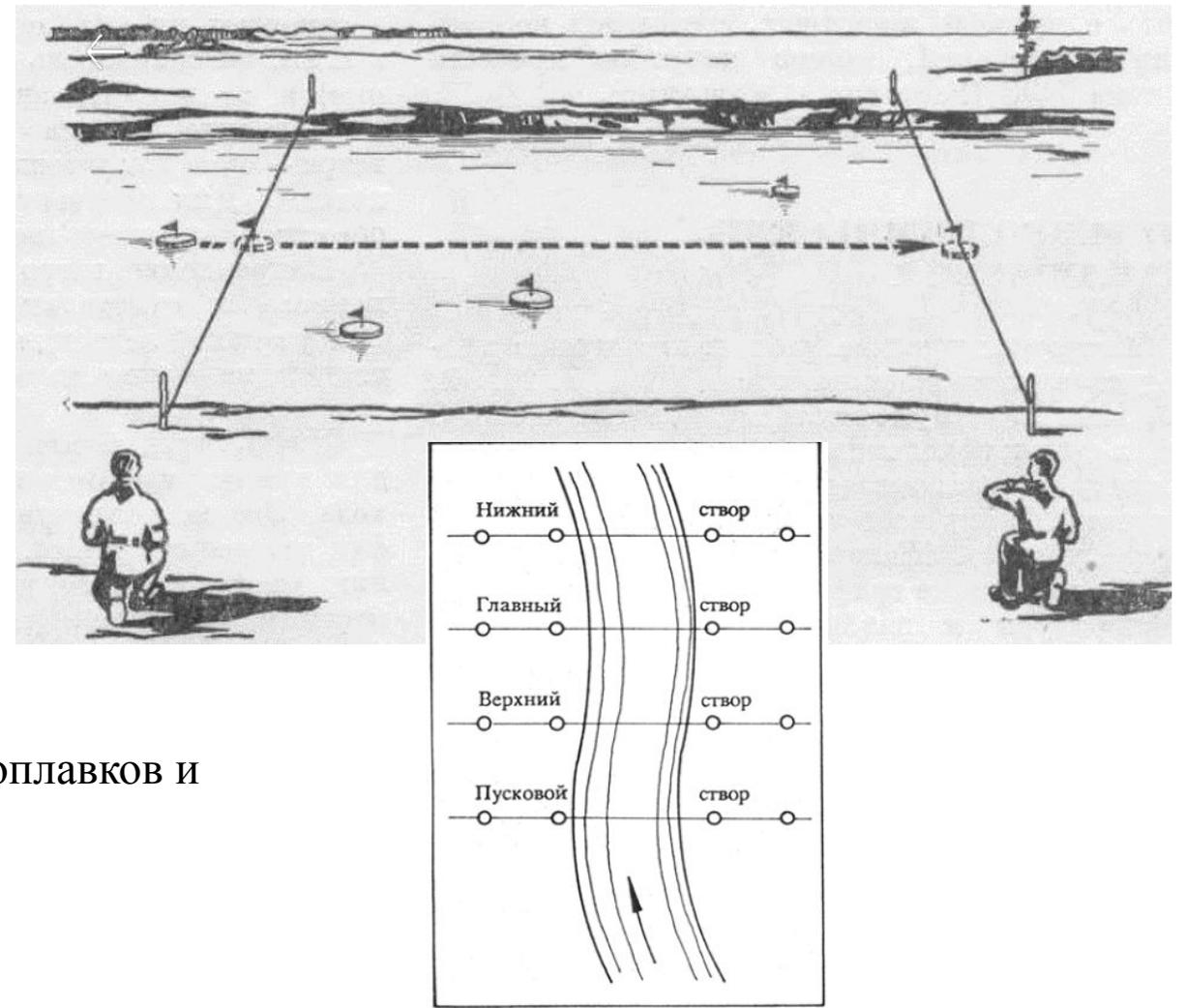
В связи с этим поплавки делятся на две группы: **поверхностные и глубинные.**

Выбирается прямой участок реки и разбивается на створы.

Необходимо иметь четыре створа: главный, по одному выше и ниже главного и пусковой. На каждом из створов устанавливаются по 4 вехи, попарно на одном и другом берегах. Каждая пара вех должна быть поставлена перпендикулярно к направлению течения реки. Расстояние между вехами у всех пар берется одинаковым. Створы также должны находиться на равном расстоянии друг от друга. Поплавки забрасываются с пускового створа последовательно: сначала ближе к левому берегу, потом на середине реки, затем ближе к правому берегу. Каждый последующий поплавок пускается после того, как предыдущий прошел все три створа.

Средняя скорость вычисляется сложением скорости всех поплавков и делением на их количество.

Результаты записываются в журнал

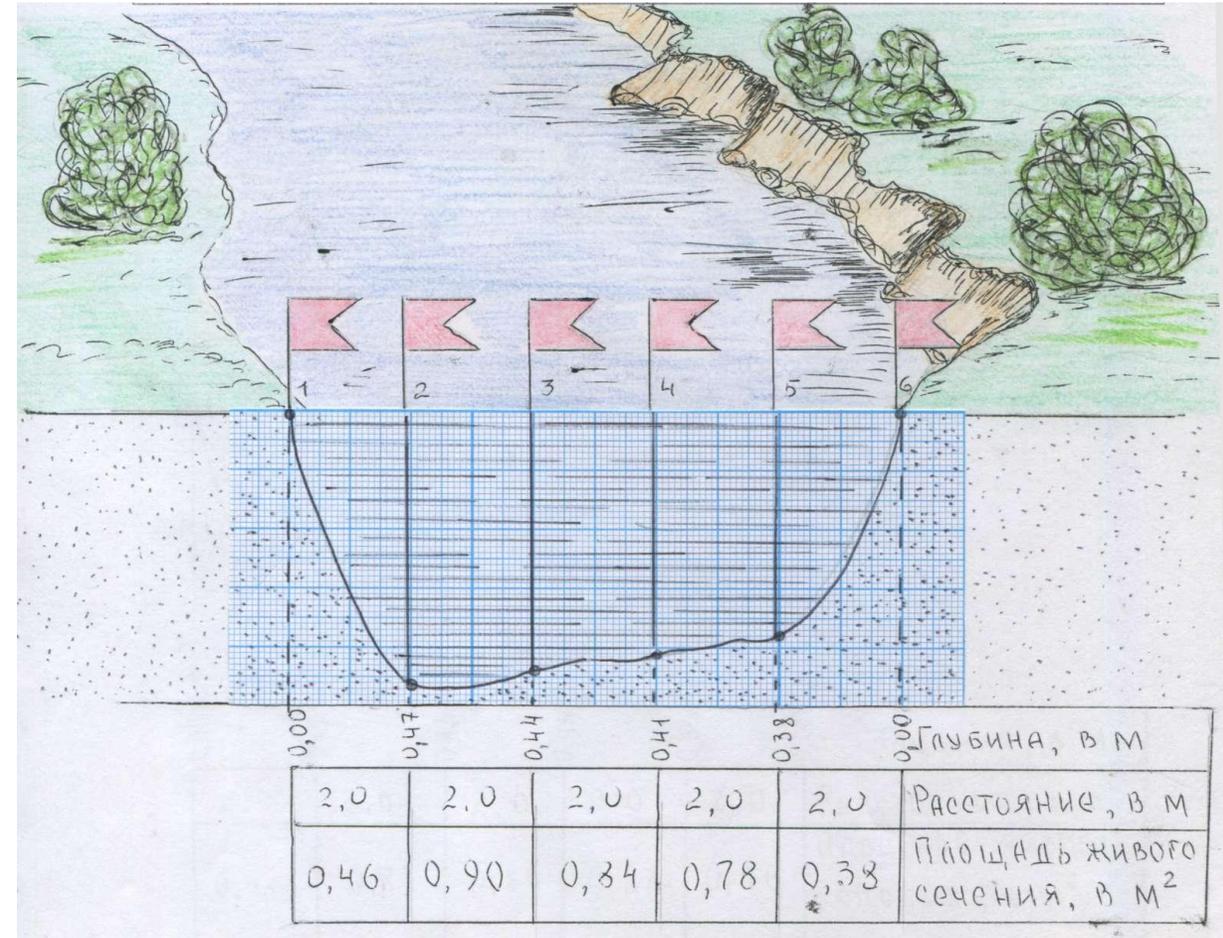


На основании данных о **ширине, глубине и скорости** течения реки (ручья) по возвращении домой производятся расчеты **живого сечения водотока, расхода воды и объема стока**.

Для этого необходимы две величины: **площадь сечения реки и скорость течения воды**. Определить **площадь сечения реки проще всего графическим способом**, т.е. путем построения «профиля» русла на миллиметровой (клетчатой) бумаге.

В определенном масштабе откладывается ширина русла и его глубина в разных местах (чем чаще проведены промеры глубин, тем точнее данные). После построения профиля русла на клетчатой бумаге подсчитывается число полных клеточек «внутри» профиля, каждая из которых соответствует определенной площади сечения русла (масштаб нам известен), затем считаются «половинные» клеточки» (их число суммируется и делится на два), затем клеточки, заполненные на  $1/3$  (суммируются и делится на три). Все данные суммируются и подсчитывается число полных клеточек, или величина сечения водотока в  $m^2$ .

Расход воды выражает то количество воды, которое протекает через русло за одну секунду. **Расход** вычисляется путем **умножения площади сечения русла** (в  $m^2$ ) на **среднюю скорость течения воды** (в  $m/сек$ ). Объем стока рассчитывают путем умножения величины расхода ( $m^3/сек$ ) на нужное время (за час - на 3600, за сутки - на 86400 и т.д.).



## Изучение физических свойств речной воды

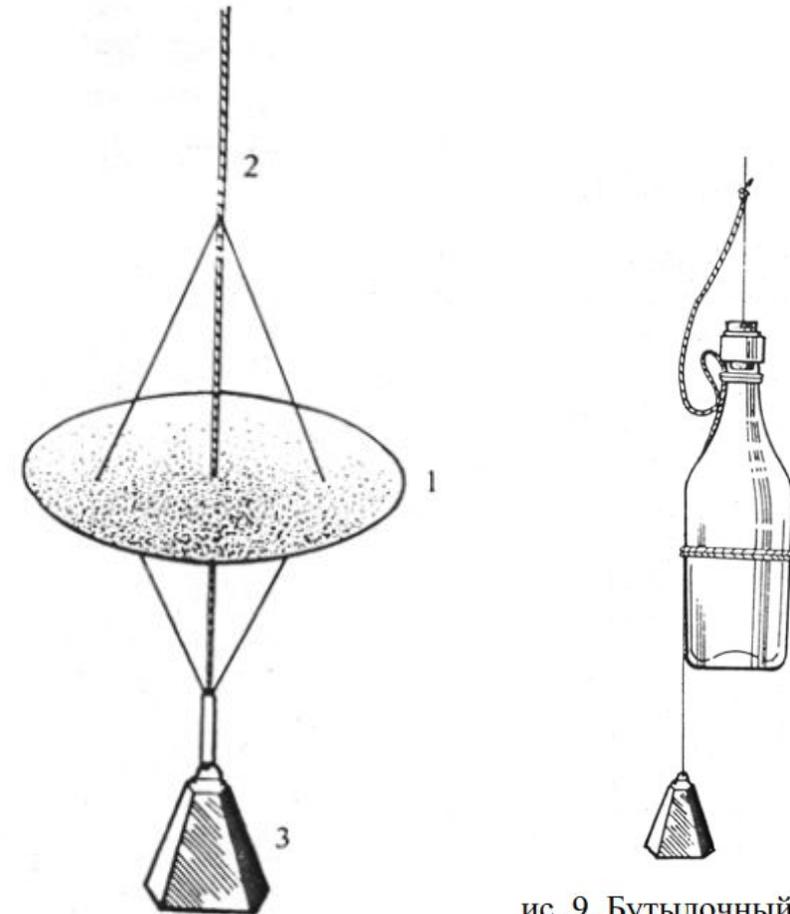
### Температура воды

Температуру воды на поверхности определяют водным термометром в металлической или деревянной оправе. Держать его в воде следует не менее 3 мин. Затем термометр быстро извлекают на дневную поверхность и производят по его шкале отсчет с точностью до  $0,1 - 0,2^\circ$ . Сначала отсчитывают десятые доли, а потом уже целые градусы.

### Определение прозрачности воды

Определение прозрачности воды производится в помощью белого диска (диска Секки), который представляет собой окрашенный в белый цвет металлический круг (1) диаметром 30 см (рис.10). Через центр диска пропущен лить (2), размеченный на метры и дециметры. На лить под диском привязывается съемный груз (3).

Диск опускается с лодки на размеченном тросе или бечевке. Диск медленно опускают с теневой стороны лодки и в момент, когда диск становится невидимым, отмечают глубину его погружения по делениям на лотлине. Опустив диск глубже, через 2 - 3 мин начинают его поднимать и снова засекают глубину, на которой он стал видимым. Средняя глубина из этих двух измерений является показателем прозрачности воды.



ис. 9. Бутылочный батометр

**Цвет воды** - отсутствует (вода прозрачна) или голубой, зеленый, желто-зеленый, зеленовато-желтый, желтый, буровато-желтый, бурый. Для определения цвета вода из водоема наливается в пробирку и оценивается на фоне белого листа бумаги. Можно также сравнивать взятую пробу с эталоном - налитой в такую же пробирку дистиллированной водой. Определять цветность воды можно двумя способами - сбоку и сверху - в обоих случаях на фоне листа белой бумаги. Интенсивность цвета (при желании) можно оценить в градусах: 0 - 10° - нет или едва заметная окраска, 20 - 50° - слабая окраска, 100 - 300° - интенсивная окраска.



**Запах** - отсутствие или наличие; если запах есть - его идентификация, например, рыбный, гнилостный, болотный, сероводородный, древесный, землистый, плесневый, травянистый, бензиновый, ароматический, неопределенный. Поскольку запах - показатель субъективный, желательно, чтобы оценку запаха воды проводили одновременно несколько человек.

Правильнее всего определять запах при двух различных температурах - 20 и 60 градусов. Нагревание в большинстве случаев позволяет лучше идентифицировать характер запаха.

В обоих случаях, воду наливают в колбу или банку с широким горлом, закрывают крышкой, встряхивают и быстро определяют характер и интенсивность запаха. Интенсивность запаха оценивается по следующей шкале:

Балл	Запах	Характеристика ощущения
0	Нет запаха	Отсутствие ощущения
1	Очень слабый	Не поддается определению
2	Слабый	Не привлекающий внимания, но обнаруживаемый
3	Заметный	Легко обнаруживаемый
4	Отчетливый	Хорошо заметный, делает воду неприятной для питья
5	Сильный	Очень неприятный, вода непригодна для питья

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

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

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

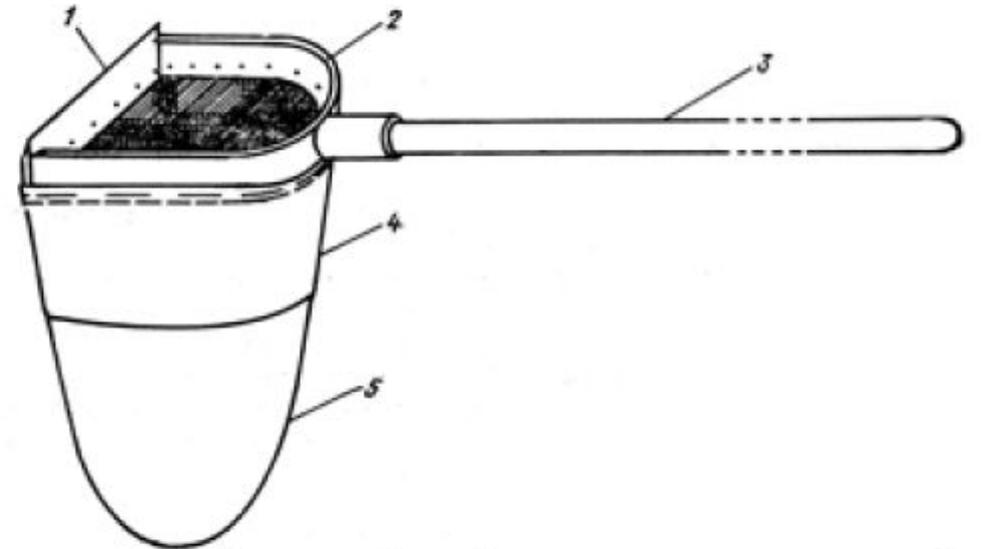
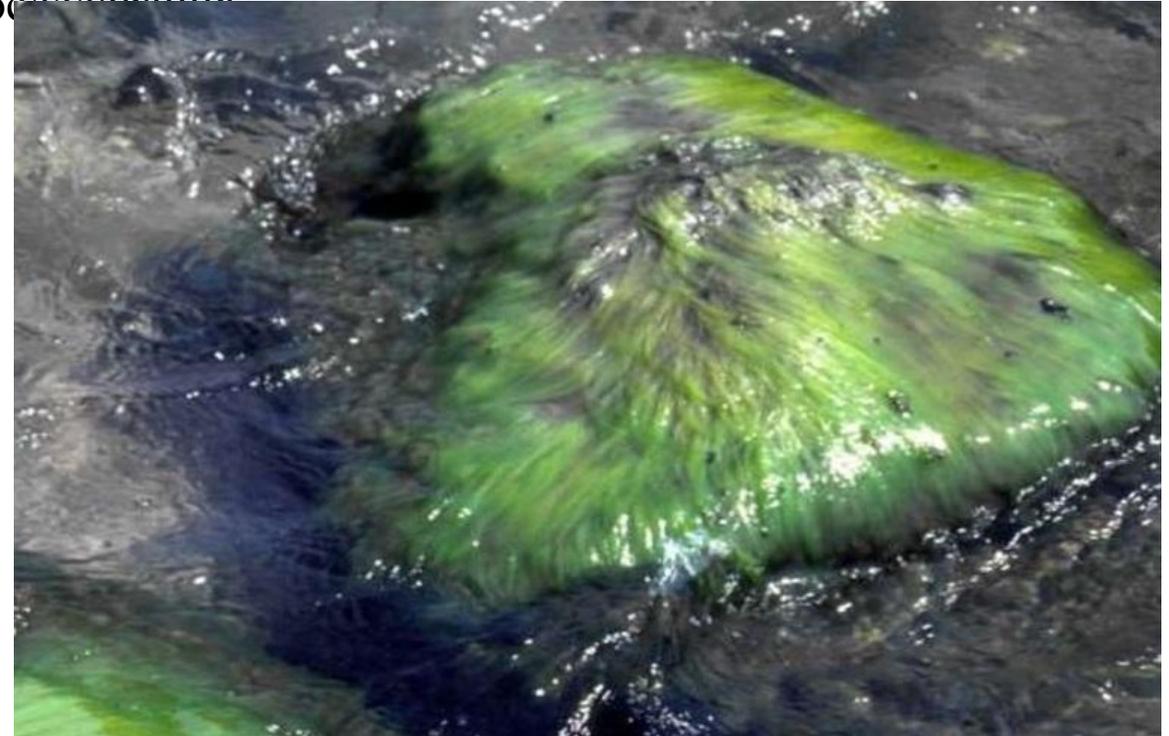


Рис. 1. Скребок: 1 – режущая кромка, 2 – рамка, 3 – палка, 4 – бязевая (х/б) часть промывочного сита, 5 – часть сита из капронового газа.

"Перифитоном", или "обрастаниями", называют животных и растения, обитающие в толще воды на живых и мертвых субстратах, приподнятых над дном вне зависимости от их происхождения и степени подвижности. Перифитонным организмам часто отдается предпочтение при биологической индикации качества поверхностных вод.

Места (точки, створы) для сбора проб перифитона должны по возможности совпадать с местами, намеченными для стандартного гидробиологического и гидрохимического обследования.

Перифитон выглядит по-разному в зависимости от состояния водоема. Чистый зеленый цвет (как у высших растений) или бурый, как у осенних листьев, означает, что в перифитоне преобладают водоросли: зеленые или диатомовые соответственно. Если же зеленый цвет имеет оттенок синего, значит преобладают цианобактерии. Белый, серобелый, хлопьевидный оброст, или оброст в виде грязноватых косм свидетельствует о бактериальном его составе и очень неблагоприятном состоянии водного объекта.



## Основные химические показатели воды

В данной графе указываются простейшие доступные для измерения показатели воды, которые измеряются либо непосредственно на водоеме, либо в лабораторных условиях. В последнем случае на водоеме должны быть отобраны пробы воды в герметичные пластиковые или стеклянные бутылки. Правила отбора проб просты: 1) воду в бутылку заливают опустив ее ниже поверхности воды, 2) перед забором пробы бутылка должна быть несколько раз ополоснута изнутри водой из водоема, 3) воду наливают под горлышко и заворачивают пробку прямо под водой.

Перечень химических анализов воды зависит от имеющихся в школе тестов и реактивов. В минимальном варианте желательно провести **расчет рН, содержания азотных соединений (нитратов и аммония), жесткости, желательно - определение концентрации растворенного кислорода.**

### Определение нитратов

Нитраты встречаются почти во всех видах вод. Большое количество нитратов указывает на загрязнение в прошлом фекальными водами. Определение нитратов в грунтовых водах служит оценкой процесса минерализации при фильтровании воды через почвенные слои. При исследовании поверхностных вод по содержанию нитратов можно судить о процессе нитрификации отходов. В районах интенсивного сельского хозяйства источником нитратов могут быть нарушения при использовании минеральных удобрений.

Для определения наличия нитратов в воде проводят следующие анализы. К 5 мл концентрированной серной кислоты в пробирке при постоянном перемешивании прибавляют по каплям 2 мл испытуемой воды. После этого вводят незначительное количество твердого бруцина (осторожно, сильный яд!) и смесь снова перемешивают. Появившееся желтое или коричнево-красное окрашивание указывает на присутствие нитратов. Чувствительность реакции 1 мг/л и более.

## **Определение сульфатов**

Содержание сульфатов – солей серной кислоты, в водоемах может быть повышенным вследствие сброса в них сточных вод с неорганическими и органическими соединениями серы.

Для определения наличия сульфатов используется следующий способ. Примерно 10 мл пробы подкисляют в пробирке несколькими каплями соляной кислоты и прибавляют около 0,5 мл 10%-ного раствора хлорида бария ( $\text{BaCl}_2$ ) или нитрата бария ( $\text{Ba(NO}_3)_2$ ). При содержании 5-50 мг/л сульфатов возникает слабое помутнение, при более высокой концентрации выпадает осадок сульфата (нитрата) бария  $\text{BaSO}_4$ .

## **Определение железа.**

Соли железа присутствуют в поверхностных и подземных водах – их природная концентрация зависит от геологического строения и гидрологических условий бассейна. Высокое содержание железа в поверхностных водах указывает на загрязнение их шахтными или промышленными сточными водами, особенно металлообрабатывающих производств, травильных цехов и др.

Определить наличие железа в воде можно двумя способами – добавляя в воду реактивы и анализируя выпаренный остаток. В первом случае, в пробирку помещают 10 мл пробы, прибавляют 1 каплю концентрированной азотной кислоты, несколько капель 5% раствора перекиси водорода и примерно 0,5 мл 20%-ного раствора роданида калия.

При содержании железа около 0,1 мг/л появляется розовое окрашивание раствора, а при более высоком содержании – красное.

**Хлориды** (соли хлороводородной кислоты) определяются по помутнению воды при добавлении нитрата серебра или нитрата свинца (0,1 моль/л) с последующим охлаждением пробирки в струе холодной воды.

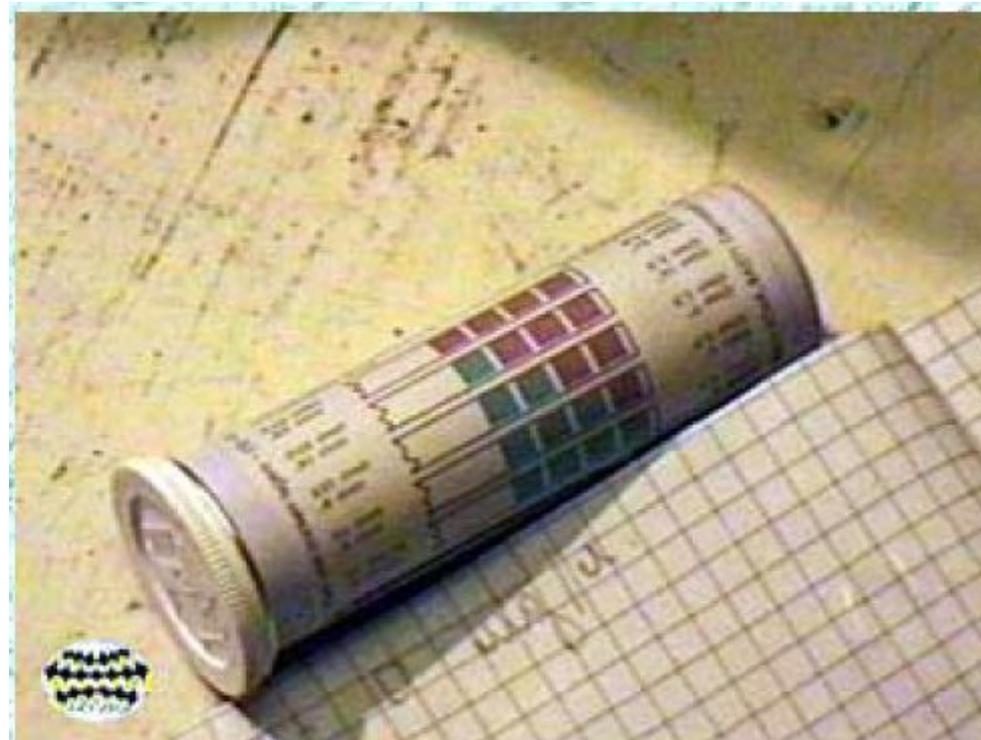
**Гидрокарбонаты** (кислые соли угольной кислоты) имеет смысл определять в том случае, если рН исследуемой воды равен или больше 7. К пробе прибавляют по каплям раствор хлороводородной кислоты – интенсивное выделение пузырьков газа без запаха свидетельствует о наличии гидрокарбонатов.

Если подействовать на охлажденный после выпаривания остаток раствором хлороводородной кислоты, и если при этом будет наблюдаться вскипание с выделением пузырьков газа, значит вода обладает гидрокарбонатной жесткостью. Если раствор не вскипает, то значит в нем содержатся хлориды и сульфаты кальция или магния.

Если вода на вкус соленая или горько-соленая, то можно проверить сухой остаток на наличие солей натрия или калия. Для этого на кончике чистого ножа из нержавеющей стали внесите немного сухого остатка в наружный конус пламени горелки. Желтая окраска пламени укажет на соли натрия, сиренево-фиолетовая – на соли калия, кирпично-красная – на соли кальция.

**Кислотность воды** (содержание ионов водорода, или рН).

Кислотность, или рН, воды показывает, насколько она кислая или щелочная в диапазоне от 0 до 14. По шкале рН значение 7 является нейтральным, от 0 до 6 - кислым, а от 8 до 14 - щелочным.



## **Определение растворенного кислорода (по методу Винклера).**

Сущность метода. К исследуемой пробе прибавляют раствор  $MnCl_2$  и затем раствор  $KI$  в щелочи, которая с  $MnCl_2$  дает осадок  $Mn(OH)_2$  - соединение почти бесцветное, быстро окисляющееся растворенным в воде кислородом до буро-коричневого  $Mn(OH)_3$ . Эта реакция заканчивается, когда использован весь растворенный кислород (дается время для этого 10 минут). Затем добавляют соляную кислоту и в кислой среде  $Mn^{3+}$  окисляет два иона йода до свободного йода, а сам вновь восстанавливается до  $Mn^{2+}$ .

Выделившийся йод оттитровывают тиосульфатом натрия. Количество выделившегося свободного йода эквивалентно количеству растворенного кислорода. Поэтому по формуле легко высчитывается концентрация кислорода в воде.

## Вычислительные работы

**Расходом называется объем воды**, протекающей через живое сечение в единицу времени. Расход выражается в кубических метрах в секунду ( $\text{м}^3 / \text{с}$ ) и вычисляется по формуле:  $Q = f \cdot V_{\text{ср}}$ , где  $Q$  - расход воды,  $f$  - площадь живого сечения,  $V_{\text{ср}}$  - средняя скорость течения реки. Из формулы следует, что для определения расхода воды в реке необходимо знать среднюю скорость течения и площадь живого сечения.

**Площадь живого сечения** вычисляется на поперечном профиле реки, вычерченном для главного створа. Промерными вертикалями профиль разбивается на части. Площади образовавшихся треугольников и трапеций вычисляются и затем суммируются.

**Объем стока ( $W$ ,  $\text{м}^3$  или  $\text{км}^3$ )** - количество воды, протекающее через живое сечение реки за определенный промежуток времени (сутки, месяц, год). Для определения годового стока реки нужно среднегодовой расход воды умножить на число секунд в году, т. е. на  $31,5 \cdot 10^6 \text{ с}$ .

**Модуль стока ( $M$ , л/с.км<sup>2</sup>)** - количество воды в литрах, стекающее в 1 секунду с 1 км<sup>2</sup> водосборной площади.

Модуль стока вычисляется по формуле:  $M = Q \cdot 1000 / F$ , где  $Q$  - расход воды, а  $F$  - площадь водосбора.

**Слой стока ( $h$ , мм)** - слой воды в миллиметрах, равномерно распределенный по площади  $F$  и стекающий с водосбора за некоторый отрезок времени  $T$ , выраженный в секундах. Слой стока рассчитывается по формуле:  $h = 86,4TQ / F$ .



Рис. 13. Вычисление расхода воды графоаналитическим способом