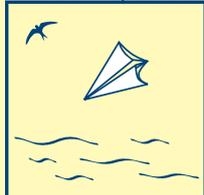




РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ



КОНКУРС ВОДНЫХ ПРОЕКТОВ
СТАРШЕКЛАССНИКОВ

РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОНКУРС ВОДНЫХ ПРОЕКТОВ СТАРШЕКЛАССНИКОВ 



**КАК ПРОВОДИТЬ САМОСТОЯТЕЛЬНО
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И
ВЫПОЛНЯТЬ ПРОЕКТЫ ПО НОМИНАЦИИ
"ВОДА И КЛИМАТ"**

МОСКВА
2010



Российский национальный конкурс водных проектов старшекласников
проводится с 2003 года

Учредитель и организатор Российского национального конкурса
водных проектов старшекласников – автономная некоммерческая организация
«Институт консалтинга экологических проектов»

Российский национальный конкурс водных проектов старшекласников
входит в федеральный “Перечень олимпиад и конкурсных мероприятий,
по результатам которых присуждаются премии для поддержки талантливой молодежи”
Министерства образования и науки РФ в рамках приоритетного
национального проекта “Образование”

Руководитель Российского национального конкурса
водных проектов старшекласников – Н. Г. Давыдова, канд. техн. наук,
директор Института консалтинга экологических проектов

Председатель Национального номинационного комитета –
проф. А. Н. Косариков, докт. экон. наук, заслуженный деятель науки РФ,
лауреат Государственной премии РФ

***Брошюра содержит материалы, которые могут быть полезны при выполнении
проектов по номинации «Вода и климат»***

НЕМНОГО О ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЯХ В РОССИИ

По закону "О гидрометеорологической службе", гидрометеорологическая служба-это система функционально объединенных физических лиц, а также юридических лиц, в том числе органов исполнительной власти, осуществляющих деятельность в области гидрометеорологии и смежных с ней областях (метеорологии, климатологии, агрометеорологии, гидрологии, океанологии, гелиогеофизики), мониторинг окружающей природной среды, ее загрязнения, в том числе ионосферы и околоземного космического пространства, предоставление информации о состоянии окружающей природной среды, ее загрязнении, об опасных природных явлениях.

Первые инструментальные метеорологические наблюдения в России начались еще в 1725 году. В 1834 году была издана резолюция императора Николая I об организации сети регулярных метеорологических и магнитных наблюдений в России. К этому времени метеорологические и магнитные наблюдения уже проводились в различных частях России. Но впервые была создана технологическая система, с помощью которой осуществлялось руководство всеми метеорологическими и магнитными наблюдениями страны по единым методикам и программам.

В 1849 году была учреждена Главная физическая обсерватория – основной методический и научный центр Гидрометслужбы России на протяжении многих лет (сегодня – Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова). В январе 1872 года вышел первый "Ежедневный метеорологический бюллетень" с полученными по телеграфу сообщениями 26 русских и двух зарубежных станций слежения.

Современная метеорологическая служба России считает датой своего основания 21 июня 1921 года, когда В.И. Ленин подписал декрет Совета Народных Комиссаров "Об организации единой метеорологической службы в РСФСР". 1 января 1930 года в Москве в соответствии с Постановлением Правительства о создании единой метеорологической службы страны было образовано Центральное бюро погоды СССР. В 1936 году оно было реорганизовано в Центральный институт погоды, в 1943 году – в Центральный институт прогнозов, в котором была сконцентрирована оперативная, научно-исследовательская и методическая работа в области гидрометеорологических прогнозов.

В 1964 году в связи с созданием Мирового метеорологического центра Главного управления гидрометеорологической службы часть отделов была переведена из Центрального института прогнозов в этот центр. Однако уже в конце 1965 году Мировой метеорологический центр и Центральный институт прогнозов были объединены в одно учреждение – Гидрометеорологический научно-исследовательский центр СССР с возложением на него функции Мирового и Регионального метеорологических центров в системе Всемирной службы погоды Всемирной метеорологической организации.

В 1992 году Гидрометцентр СССР был переименован в Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации (Гидрометцентр России). Научная и оперативно-производственная деятельность Гидрометцентра России не исчерпывается прогнозом погоды. Гидрометцентр активно работает в области гидрологии вод суши, океанографии и морской метеорологии, агрометеорологии и выпускает широкий спектр различной специализированной продукции. Прогноз урожайности основных сельскохозяйственных культур, прогнозирование качества воздуха в городах, долгосрочный прогноз уровня Каспийского моря и других внутренних водоемов для управления водными ресурсами, прогноз речного стока и связанных с ним наводнений и паводков и т.д. также являются областями научной и практической деятельности Гидрометцентра России.

НЕМНОГО О ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЯХ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Визуальные наблюдения за погодой (метеорологические наблюдения) и уровнем Невы (гидрологические наблюдения) проводятся с первых лет существования Санкт-Петербурга по указанию Петра I. С декабря 1725 начались регулярные наблюдения за изменениями атмосферного давления по барометру, температурой воздуха по термометру, а также за скоростью и направлением ветра, облачностью и др. атмосферными процессами и явлениями.

После наводнения 1777 года метеорологические наблюдения в Санкт-Петербурге и Крондштадте проводились в неразрывной связи с гидрологическими наблюдениями (одновременные измерения характеристик ветра и уровней воды, температуры воздуха и толщины льда). В 1834 в России впервые в мире создана государственная система регулярных магнитных и метеорологических наблюдений, осуществлявшихся Нормальной обсерваторией, затем - Главной физической обсерваторией. В Санкт-Петербурге основные метеорологические наблюдения проводились метеорологическими станциями на Васильевском и Аптекарском островах (1835-1933) и в Павловске (1849-1941). Ныне они ведутся по единой международной программе и включают измерения давления, влажности и температуры воздуха, температуры почвы, скорости и направления ветра, атмосферных осадков, различных характеристик солнечной радиации. Распределение температуры, давления, влажности и ветра на высотах до 40 км определяются с помощью радиозондирования (в 1930 в Павловске запущен первый радиозонд). С 1968 производятся наблюдения с помощью метеорологических радиолокаторов. Гидрологические наблюдения включают измерения уровня и расходов воды, скорости течений, наблюдений за волнением, количеством и состоянием льда, замерзанием и вскрытием акваторий и т. д.

О ТОМ, КАК МЫ САМИ МОЖЕМ ПРОВОДИТЬ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

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

Необходимое оборудование для проведения метеорологических исследований:

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

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

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

2. Затем определяют **скорость и направление** ветра. Скорость ветра измеряют в м/с и используют для этого специальные приборы — **анемометр и флюгер**. У анемометра имеется специальная вертушка, которая вращается под действием ветра — чем сильнее ветер, тем больше скорость вращения.

У флюгера скорость ветра определяют по величине отклонения специальной дощечки от вертикального положения – чем больше отклоняется дощечка, тем больше скорость ветра.

Иногда скорость ветра определяют в баллах – от 0 (штиль, безветрие) до 12 (ураган). Эта условная градация называется шкалой Бофорта по имени предложившего ее в 1806 году английского ученого Ф. Бофорта и используется до сих пор, прежде всего моряками. Если у вас на вооружении нет никакого прибора для измерения скорости ветра, то ее можно оценить по косвенным признакам (см. табл. 1). Если же у вас нет возможности наблюдать какие-либо из указанных признаков (например, вы стоите посреди поля, поблизости нет ни деревьев, ни водоемов, у вас нет спичек, флагов и т.п.), укажите силу ветра по собственному впечатлению: сильный, умеренный, слабый или штиль (тихо).

Таблица 1. Определение скорости ветра

Балл	Название (по Бофорту)	Скорость, м/с	Признаки
0	Штиль	0...0,5	Дым поднимается вверх, флаг висит, поверхность воды зеркальная
1	Тихий	0,5...2,0	Дым слабо отклоняется, шелестят листья, слабо отклоняется пламя спички или свечи, плавно колеблется поверхность воды
2...3	Слабый	2...5	Качаются тонкие ветви, флаг развеивается, пламя свечи быстро гаснет, заметные волны на воде
4	Умеренный	5...8	Раскачиваются большие ветви, флаг вытягивается, поднимается пыль, появляются волны с барашками
5	Свежий	8...10	Раскачиваются тонкие стволы, свистит в ушах, наблюдаются многочисленные барашки на волнах
6...7	Сильный	10...15	Раскачиваются деревья, флаг хлопает и срывается, тонкие деревья гнутся, ветер срывает с поверхности воды белую пену
8...9	Крепкий или шторм	15...20	Ломаются тонкие деревья, трудно передвигаться против ветра, повреждаются крыши, волны большой величины
10...12	Ураган	Более 20	Сильные разрушения, наблюдения невозможны

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

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

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

Как изготовить флюгер

- Подберите толстый гвоздь или деревянный штырь с таким расчетом, чтобы металлическая трубка с глухим концом могла на нем свободно вращаться, но не очень раскачиваться.
- На дощечке отметьте стороны горизонта, а в центре укрепите гвоздь или деревянный штырь (рис. 1а).
- При помощи резинового кольца закрепите «соломинку» или палочку горизонтально на верхней части металлической трубки и наденьте трубку на штырь (или гвоздь).
- Из тонкого картона вырежьте небольшой наконечник и оперение стрелы и приклейте их к «соломинке» (палочке) (рис. 1б). Наконечник можно вставить в слегка надрезанный конец «соломинки».
- С помощью компаса сориентируйте готовый флюгер по сторонам света.
- Под действием ветра стрелка такого флюгера будет устанавливаться навстречу ветру, т.е. своим наконечником будет указывать, откуда дует ветер, т.е. его направление. Этот флюгер можно держать в разобранном состоянии, а в нужное время и в нужном месте его легко собрать и установить. При установке флюгера следите за тем, чтобы дощечка была горизонтальна и не забывайте ориентировать его относительно сторон горизонта.
- За неимением флюгера направление ветра можно определить старинным «пиратским» способом – облизать палец (обязательно чистый!) и поднять его вверх, а румб ветра определить по компасу. Можно оценить направление ветра и с помощью легких пушистых семян одуванчика, правда, для этого ветер должен быть не очень слабым.

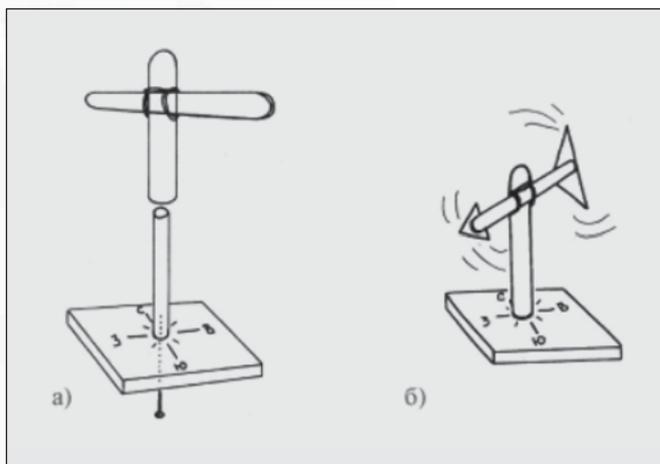


Рис. 1. Как изготовить флюгер.

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

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

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

4. В срок наблюдения (8 часов, 14 часов, 20 часов или в соответствии с вашим графиком) фиксируют **температуру** воздуха в °С. Температуру измеряют термометром, выбирая для этого затененное место, куда не попадают прямые солнечные лучи.

В противном случае термометр нагреется и будет показывать не температуру воздуха,

а свою собственную. В тени термометр надо выдержать до тех пор, пока его столбик не остановится и показания не будут постоянными в течение 1 минуты.

Внимание! Необходимо использовать только спиртовой термометр, так как многие бытовые термометры содержат ртуть – очень токсичное и легколетучее вещество.

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

Результаты метеорологических наблюдений записываются простым карандашом в журнал в форме таблицы 2. Старайтесь придерживаться приведенного плана метеорологических наблюдений. Если по каким-то причинам вам это не удастся – проведите их тогда, когда это будет возможно, указав время и место наблюдений. В строке «Примечания» отметьте причину, по которой не удалось выполнить наблюдения вовремя или в полном объеме (например, «Не работает термометр, температуру воздуха определить не удалось»).

Таблица 2. Результаты метеорологических наблюдений
Место наблюдения.....

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

Интересно определить величину pH в выпавших осадках (дожде или снеге). Для многих промышленных регионов значимой является проблема **кислых дождей**, для которых характерна величина pH < 5. (величина pH чистого снега или дождя – 5,65). Чаще всего закисление происходит там, где работают металлургические, энергетические и химические предприятия. Промышленные выбросы этих предприятий содержат вещества, которые при растворении в воде образуют кислоты (сернистый газ, оксиды азота и др.). Кроме них, в выбросах могут содержаться пылевые частицы, соединения тяжелых металлов, вредные органические вещества. Эти выбросы могут переноситься ветром на значительные расстояния и оказывать вредное воздействие не только на прилегающие территории, но и на удаленные районы. Деятельность некоторых других про-

мысленных производств, в частности, цементных производств или котельных, наоборот, может приводить к защелачиванию атмосферных осадков, например, снега, когда величина $pH > 5,65$. Так, в зоне влияния этих производств величина pH снега может составлять до 6,5.

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

Подготовленная посуда устанавливается под дождем на открытой площадке, вдали от деревьев и домов. Сразу после окончания дождя определите величину pH в собранной воде тем же способом, которым вы определяете pH в реках, например, с помощью индикаторной бумаги или специальным прибором pH -метром, если есть такая возможность. Кроме того, измерив высоту образовавшегося в вашем стакане или банке слоя воды (в миллиметрах), вы сможете оценить и количество выпавших осадков. Важно только в этом случае **обязательно** указать период наблюдений, отметив с какого и по какое время ваша мерная посуда находилась на открытой площадке (например, «В период с 14.30 до 18.00 выпало 6 мм осадков»). Запишите в вашем дневнике измеренное значение pH дождевой воды, при этом укажите время, когда шел дождь, его продолжительность, интенсивность дождя (моросящий, слабый, сильный, ливень) и направление ветра.

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

Отметив высоту погружения столбика в нескольких местах в конце февраля - начале марта и вычислив среднее значение, можно получить высоту снежного покрова, выпавшего за холодный период года. Сравнение этого показателя по годам поможет определить более или менее снежные годы, подскажет, сколько воды будет в половодье.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРИМЕНЕННЫЕ В ПРОЕКТЕ «ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА р. ЧУМЛЯК (ЮЖНЫЙ УРАЛ)», ВЫПОЛНЕННОМ АЛИНОЙ КУРБАНГАЛИЕВОЙ ИЗ ГОРОДА КОПЕЙСКА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ (ПОБЕДИТЕЛЬ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭТАПА)

Измерение скорости потока

Одним из гидрологических методов является измерение расходов воды способом «скорость- площадь», при котором тем или иным путем определяется средняя скорость в живом сечении потока и посредством промеров глубин устанавливается площадь водного сечения. Для измерения скорости течения обычно применяют гидрометрические вертушки или поверхностные (также глубинные) поплавки (Потапова, 1978)

Наблюдения за расходом воды

Основным показателем водности реки определяемым в результате непосредственных измерений является расход воды (Q , м³/с) – количество воды, проходящее через живое сечение потока в единицу времени: $Q = v_{cp} \omega$, где v_{cp} - средняя скорость течения в живом сечении, м/с; ω - площадь живого сечения, м² (Потапова, 1978).

Наблюдения за температурой воды производятся на гидрологических постах с помощью микротермометра. Микротермометр предназначен для измерений температуры

воды в диапазоне от -0,8 до 1,2°C с точностью до 0,01°C (Потапова, 1978).

Наблюдения за температурой воздуха производятся по сухому термометру аспирационного психрометра в соответствии с указаниями. Наблюдения производятся у уреза воды вблизи гидрологического поста. Запись наблюдений за температурой воздуха производится в «Книжку для записи водомерных наблюдений» (КГ-1 М) (Потапова, 1978).

Измерение высоты снежного покрова в бассейне Рейка снегомерная переносная М-104 предназначена для измерения высоты снежного покрова при производстве снегомерных съемок. (Паспорт рейки ..., 2007).

Измерение количества осадков Для измерения количества выпавших твердых и жидких осадков нами применялся осадкомер Третьякова 0-1. Измерение осадков (приложение №1, фото 1.) осуществляется с помощью специального измерительного стакана ГОСТ 6800-68. (Паспорт осадкомера, ..., 2007).

Наблюдения за уровнем воды в реке Высоту уровня воды на свайном посту измеряем переносной металлической рейкой.

НЕМНОГО О ПЛАНИРОВАНИИ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДНОГО ОБЪЕКТА

На предварительном этапе необходимо уточнить **цели и задачи** вашего исследования. Целью исследований может быть получение информации, связанной с конкретной проблемой состояния водного объекта или его берегов, и последующее представление этой информации для заинтересованных сторон (общественности, государственных органов), направленное на разработку и принятие мер по улучшению ситуации.

Кроме определения целей и объекта наблюдения, следует выбрать **параметры наблюдения**. Предварительный анализ ситуации с выбором параметров — важная часть этапа планирования, которая позволит реализовать ваши возможности с наибольшей пользой для задуманного вами дела. Для **предварительного анализа** ситуации очень важно и полезно собрать всю доступную информацию о предполагаемом объекте исследований. Прежде всего, вам понадобится карта исследуемого района, чем подробнее — тем лучше. Можно воспользоваться топографической картой, например, масштаба 1:200000 (т.е. 1 см на карте соответствует 2 км на местности). Если нет топографической или географической карты, можно использовать карты-схемы землепользования или лесных угодий, на которые нанесены водные объекты. Масштабы карт-схем обычно бывают от 1:10000 (в 1 см — 100 м) до 1:150000 (в 1 см — 1,5 км), что делает их очень удобными для маршрутных обследований. Такие карты-схемы могут находиться в органах местной администрации, куда вам стоит обратиться за помощью. Подобранные карты и схемы необходимо перекопировать на кальку и размножить (например, сделать ксерокопии) в таком количестве, чтобы их было не менее одного экземпляра на 2-х членов вашей исследовательской группы. На каждой копии **обязательно** должны быть указаны:

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

Желательно, чтобы у каждого члена экспедиции был свой **полевой дневник**, в который (тоже карандашом или шариковой ручкой) записываются результаты наблюдений. Таким полевым дневником может быть небольшой блокнот.

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

По выбранным параметрам с использованием литературных источников можно определить **методы исследования** и то простое или сложное **оборудование**, которое вам потребуется во время наблюдений. Итак, к целям, задачам, объекту и параметрам с методами осталось добавить время проведения исследований, маршрут, состав группы, и получится настоящая **программа исследований**. Уточнив программу исследований, займитесь подготовкой необходимого оборудования. Многие из того, что понадобится вам в экспедиции, можно сделать своими руками и без больших материальных затрат. Внимательно изучив карту местности, проложите на ней предположительный маршрут вашей экспедиции. При нанесении маршрута на карту постарайтесь отметить заранее известные участки с повышенной опасностью для исследователей, — это могут быть овраги, крутые берега, омуты на реке, заболоченные места, густые заросли колючего кустарника и многое другое.

Важно продумать и **обеспечение безопасности** всех видов работ. Каждый из участников группы должен узнать и запомнить основные правила поведения у воды до начала исследований. Необходимо также заранее подготовить медицинскую аптечку.

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

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

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

ИЗУЧЕНИЕ МАЛОЙ РЕКИ

Описание маршрута

Выйдя на местность и продвигаясь по проложенному маршруту, старайтесь отмечать на подготовленных копиях плана или карты **все важное**, что попадает в поле вашего зрения. Для более удобного и быстрого нанесения всех деталей пользуются условными топографическими знаками (рис. 2). При необходимости вы можете придумать свои знаки и добавить их к этому списку. Только обязательно укажите все использованные знаки в правом или левом нижнем углу карты (из соображений удобства) и напишите пояснения к ним, чтобы картой могли пользоваться ваши коллеги и последователи.



Рис. 2. Условные топографические знаки

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

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

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

Приступая к подробному описанию участка маршрута, необходимо как можно точнее сориентироваться по карте и отметить на ней свое местоположение. Все точки и створы, на которых вы работаете и которым даете подробное описание, надо пронумеровать по порядку движения по маршруту. Целесообразно перед проведением обследования подготовить специальные бланки для записи результатов наблюдений

Строение речной долины

Речная долина состоит из следующих основных элементов (рис.3):

- **русло** — самая низкая часть долины, занятая водным потоком;
- **пойма** — нижняя часть речной долины. В половодье пойма обычно заливается водой и в естественном состоянии занята лугами. Очень часто в долине можно наблюдать два уровня пойм — высокий и низкий. **Низкая пойма** заливается в половодье ежегодно. **Высокая пойма** покрывается водой лишь раз в несколько лет при самых больших подъемах воды. Пойма может располагаться как с обеих сторон русла, так и только с одной стороны. В этом случае русло прижимается к одному из **склонов** долины. Сложены поймы речными наносами, которые называются **аллювием** (от латинского слова «аллювио» — наносы, смыв);



Рис. 3. Профиль речной долины и ее основные элементы

- **террасы** — расположенные на склонах речной долины выше поймы естественные горизонтальные или слабонаклоненные площадки различной ширины. Обычно террас в долине бывает несколько и они ступенями спускаются к пойме. В прошлом любая терраса была поймой, но по мере углубления дна речной долины она перестала заливаться водой в половодье и превратилась в надпойменную террасу. Уступы, которыми террасы отделяются друг от друга называются склонами террасы.
- В речной долине могут также встречаться **старицы** — полностью или частично отделившийся от реки участок ее прежнего русла, которые представляют собой сильно заросшие или зарастающие заливы и озера.

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

Для выполнения нивелирования вам понадобится **нивелир**. Настоящий нивелир — это сложный оптический прибор, но для ваших исследований вполне подойдет другое несложное приспособление. Такой простейший нивелир представляет собой рейку высотой в 1-1,2 метра, к которой сверху прикреплена поперечная перекладина длиной 30-40 см (рис. 4а). На концах перекладины по центру вбиваются небольшие гвоздики, которые служат для того, чтобы ориентировать нивелир по выбранному направлению. При изучении малых рек такого простого устройства вполне достаточно для получения хороших результатов.

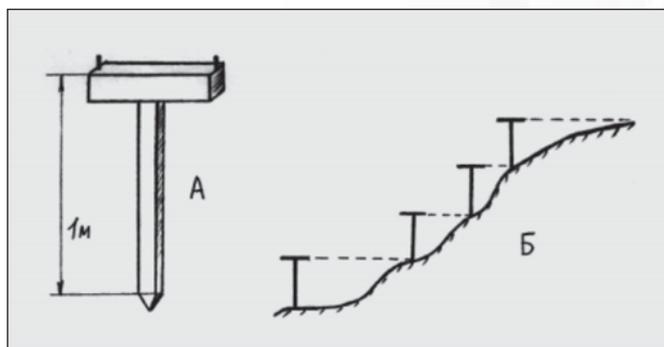


Рис. 4. Простейший нивелир (а) и измерения с помощью нивелира (б)

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

Один из членов бригады направляет нивелир по выбранной линии профиля таким образом, чтобы оба гвоздика находились на линии его взгляда. В том месте, где взгляд наблюдателя пересекает склон берега второй член бригады устанавливает вешку. Превышение точки, отмеченной вешкой над точкой установки нивелира равно высоте самого нивелира. Теперь необходимо измерить рулеткой расстояние между этими двумя точками и занести все полученные данные в журнал в форме таблицы 3 (строки 1, 2, 3, 4). В строке «Относительная высота» указывают превышение данной точки над точкой начала

профиля, т.е. над урезом воды. Если вы работали с нивелиром высотой 1 м, то, начиная со второй точки (при том, что первая точка – это урез), относительная высота будет составлять 1м, 2м, 3м и так далее.

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

Постарайтесь на вычерченном профиле выделить элементы долины – пойму, террасы, склоны (рис.3).

Таблица 3. Результаты нивелирования долины реки

Местоположение профиля Дата.....

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

Состояние реки.....

Выполнил.....

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

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

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

Далее, руководствуясь табл. 4 и результатами ваших опытов, определите, чем сложен берег.

Таблица 4. Определение механического состава слагающих пород

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

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

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

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

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

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

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

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

Гидрологический режим

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

1. половодье;
2. паводок;
3. межень.

Половодье – это время самой большой водности реки. В Европейской части нашей страны половодье обычно приходится на время весеннего снеготаяния, когда потоки талой воды со всего водосбора устремляются к руслу главной реки и ее притокам. Количе-

ство воды в реке увеличивается очень быстро, река буквально «вспухает», может выйти из берегов и затопить пойменные участки. Половодье регулярно повторяется каждый год, но может иметь различную интенсивность.

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

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

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

Непродуманные действия человека могут нарушать естественный ход смены фаз водного режима. Известны случаи, когда на малых реках, протекающих в пределах населенных пунктов, неожиданно возникают паводки, вызванные большими сбросами сточных вод промышленных предприятий. Такие изменения сказываются на способности реки к самоочищению и оказывают влияние на качество воды в ней. Поэтому изучение колебаний уровня воды на реках и озерах имеет большое научное и практическое значение.

Наблюдения за уровнем воды

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

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

ИЗУЧЕНИЕ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ

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

Озера – это естественные водоемы, они образуются там, где в углублениях земной поверхности (**озерных котловинах**) в силу сложившихся природных условий накапливается вода – от атмосферных осадков, таяния снега и льда, грунтовые воды. **Водохранилища и пруды** создаются человеком, т.е. являются **искусственными водоемами**. При этом, в отличие от водохранилищ, которые встречаются далеко не повсеместно, пруды

есть в любой местности. Пруды могут быть выкопаны специально, а могут возникать на месте карьеров, разработок торфа, горных выработок (последние могут быть достаточно большими и глубокими). Прудами часто называют и небольшие водохранилища, сооружаемые в долинах рек, ручьев, при перегораживании плотинами оврагов и балок. В целом, пруды можно отнести к группе **малых искусственных водоемов**. Эти водоемы представляют собой наилучший объект для школьных экологических исследований. Они легкодоступны, на них сравнительно легко можно организовать натурные наблюдения без дорогостоящего оборудования и транспорта. Кроме того, режим существования этих малых антропогенных водоемов, химический состав их вод, условия существования водных растений и животных самым непосредственным образом связаны с деятельностью человека на водосборе и экологической обстановкой на его берегах. Стоит отметить, что в большинстве своем пруды никем не изучались, так что вам могут достаться лавры первооткрывателей.

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

Как развиваются озера

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

Водоемы на территории Европейской части нашей страны стадию олиготрофных в большинстве своем давно миновали. Они относятся к классам **мезотрофных** (от *мезос* — "средний") или **эвтрофных** (от *эу* — "хорошо"). Эвтрофные озера хорошо обеспечены питательными веществами, их вода буквально насыщена жизнью. Эти озера сильно зарастают, вода в них может быть зеленоватого, желтоватого, коричневого цвета. На дне накапливаются осадки в виде ила с большим содержанием органических веществ, озеро постепенно мелеет. Характерным признаком эвтрофных озер является "цветение" воды. Большинство небольших и мелких озер, а также прудов являются эвтрофными.

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

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

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

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

Описание водоема

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

Выполняя съемку плана водоема обходом по берегу (как это сделать – см. в следующем разделе «Основные характеристики водоемов»), одновременно займитесь подробным изучением окружающей местности. Прежде всего, уточните какие ручьи и речки впадают в ваш водоем, а какие вытекают, встречаются ли родники, опишите их и нанесите на план.

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

Опишите характер растительности на прилегающей к водоему территории, запишите в дневнике, каких животных и птиц вам удалось увидеть на его берегах. Обратите внимание и на деятельность человека на водосборе и в непосредственной близости от водоема – наличие сельскохозяйственных и промышленных предприятий, мест организованного и неорганизованного отдыха и т.п. Все описанные объекты необходимо указать на плане с помощью условных знаков (см. рис. 2).

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

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

Основные характеристики водоемов

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

Длиной водоема (L) называется расстояние между двумя наиболее удаленными точками на его береговой линии, измеряемое по водной поверхности (линия АБ на рис. 9). **Наибольшая ширина (B)** – это длина отрезка перпендикулярного длине в самом широком месте водоема, от берега до берега (линия ВГ на рис. 5). **Средняя ширина ($b_{\text{ср}}$)** определяется из отношения площади водоема к его длине (S/L).

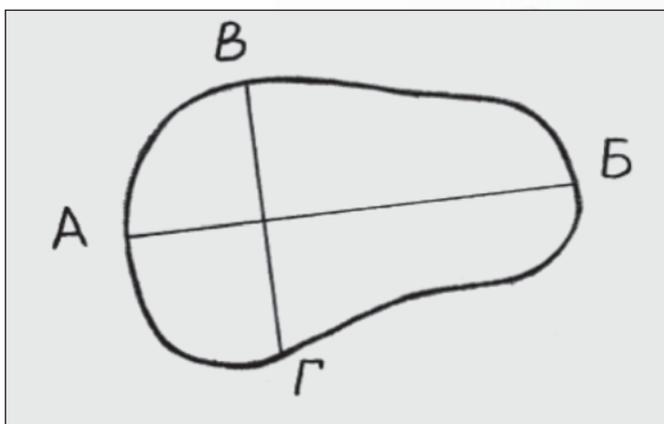


Рис. 5. Характеристики размера озера.

АБ -длина (L)

ВГ – наибольшая ширина (B)

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

Скорость **водообмена** озера или пруда имеет значение для формирования качества воды в нем и его способности к самоочищению.

Как выполнить съемку плана водоема

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

Для составления плана малого водоема используют глазомерную съемку.

Необходимое оборудование:

- компас,
- рулетка,

- несколько вешек,
- линейка,
- планшет (дощечка), закрепленный на шесте или треноге.

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

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

1. Закрепите на планшете лист бумаги. Нарисуйте на нем стрелку "север — юг" (С-Ю). Выберите масштаб с таким расчетом, чтобы план уместился на планшете, и укажите масштаб в нижнем правом углу листа.

2. Планшет устанавливается в точке А и с помощью компаса ориентируется относительно сторон света: направление стрелки С-Ю совмещается со стрелкой компаса.

3. Линейка из точки стояния А наводится другим концом на точку Б (взгляд наблюдателя при этом должен находиться на уровне планшета). По линейке проводится линия. Затем расстояние АБ по берегу надо измерить рулеткой, отложить его на проведенной линии с учетом масштаба и отметить точку Б.

4. Расстояние АБ разбивается на несколько равных отрезков, например через 10 м и в конце каждого отрезка проводится перпендикуляр от линии АБ по направлению к водоему. На местности в соответствующих точках измеряется расстояние до линии уреза воды и в масштабе откладывается на плане.

5. Затем наблюдатели с планшетом переходят в точку Б, ориентируют планшет относительно направления север-юг и повторяют измерения. Соединив полученные точки (концы перпендикуляров), получаем план водоема.

6. На плане необходимо указать впадающие и вытекающие из водоема ручьи и реки, и направление течения в них (стрелками) (рис. б).

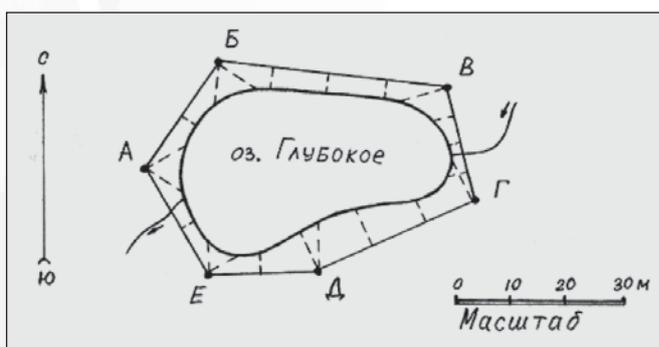


Рис. б. Глазомерная съемка плана водоема (АБВГДЕ — магистральный ход; пунктиром обозначены линии перпендикуляров).

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

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

- катушка с размеченным шпагатом;
- несколько колышков.

Линии длины водоема и его наибольшей ширины выбирают на глаз и отмечают колышками на берегу. Катушку со шпагатом закрепляют в одной из точек и начинают разматывать

ее, перемещаясь по берегу. В противоположном конце измеряемой линии шпагат слегка натягивают и по разметке отсчитывают длину или ширину водоема. Контур береговой линии проводятся на глаз. По полученному таким образом плану вычисляют площадь водоема.

Измерение глубин водоема

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

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

На плане озера или пруда наметьте маршруты, по которым вы будете проводить промеры глубин. По меньшей мере их должно быть два – один вдоль линии длины водоема, а другой – поперечный к этой линии. Если водоем небольшой, можно наметить несколько поперечных профилей, лучше через равные промежутки. Но могут быть и другие маршруты для измерения глубин, если они представляются вам более удобными и доступными (рис. 7).

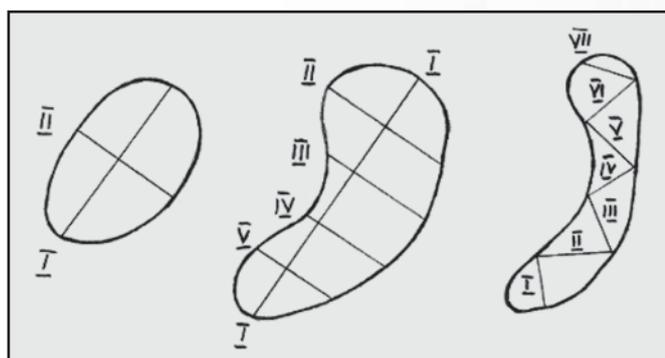


Рис. 7. Возможные маршруты промерных работ на водоеме (I, II, ... – номера промерных маршрутов).

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

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

Начало и конец промерной линии обозначаются на берегах хорошо заметными предметами. Такие предметы, обозначающие положение створа имеют специальное название – **створные знаки**. В начальной точке 2-3 человека садятся в лодку и начинают небыстро грести от берега по направлению к створному знаку на другом берегу. Через равное, одинаковое число гребков веслами (5, 10 и т.д. в зависимости от длины промерного маршрута) делается остановка и измеряется глубина водоема в этой точке. В журнал записывается номер точки (остановки), измеренная глубина и общее количество гребков на

маршруте. При таком способе выполнения промеров большая ответственность ложится на того, кто будет сидеть на веслах, т.к. перед ним стоят две задачи – двигаться по намеченной линии и грести небыстро и равномерно. Поэтому лучше всего, если эту роль возьмет на себя наиболее ответственный взрослый из группы.

После завершения измерения глубин, на плане водоема нанесите линии промеров (лучше карандашом). По общему числу гребков весел на каждой отдельной линии и по расстоянию в гребках между промерными точками определите их местоположение. Около каждой точки надпишите полученное значение глубины водоема. На таком плане можно провести **изобаты** – линии равной глубины (рис. 8). Сначала надо выбрать, с каким шагом вы будете их проводить – через 0,5; 1,0; 2,0 м, – это зависит от выбранного водоема. При этом линия берега является нулевой изобатой. Предположим, что вы решили проводить изобаты через 1,0 м. В таком случае на всей площади водоема определяют точки с глубиной 1,0 м и соединяют их плавной линией. Затем проводят 2-метровую, 3-метровую изобаты и т.д. Каждую изобату необходимо подписать, причем так, чтобы цифры верхом были направлены в сторону увеличения глубины (рис. 8). После того, как изобаты нарисованы, все дополнительные линии и числа, кроме точки наибольшей глубины, можно стереть, а изобаты и береговую линию обвести тушью или фломастером. Такой план в изобатах дает наглядное представление о распределении глубин в водоеме.

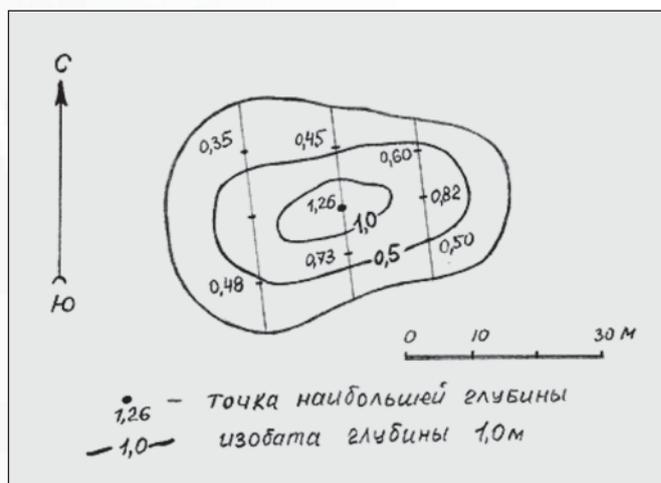


Рис. 8. Построение плана озера в линиях равной глубины (изобатах)

Если вы измеряли глубины в водоеме только по одной промерной линии, то в этом случае план распределения глубин построить не удастся. В этом случае можно начертить **профиль глубин** (рис. 9). Подберите масштаб чертежа – горизонтальный и вертикальный – таким образом, чтобы изображение получилось наглядным и не искажало действительного соотношения глубин в водоеме. По горизонтали откладываются расстояния между промерными точками, а по вертикали – измеренные значения глубины. Можно также указать тип грунтов в различных точках. Обязательно укажите направление профиля, соответствующее направлению промерной линии – например, "Профиль глубин оз. Глубокое по линии АБ".

По результатам проведенных вами наблюдений и исследований можно составить "Экологический паспорт водоема".

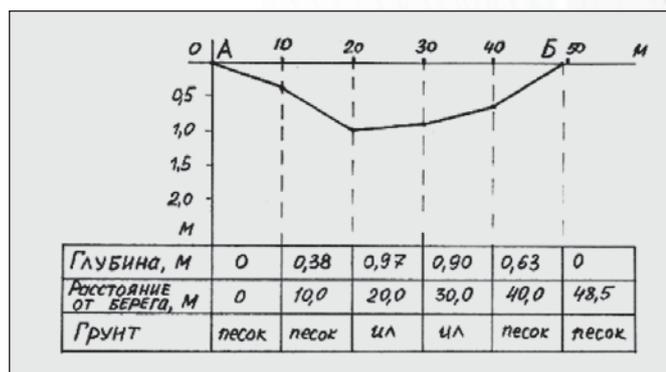


Рис. 9. Профиль глубин водоема

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

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ПРИКЛАДНЫХ ПРОЕКТОВ НА ТЕМУ «ВОДА И КЛИМАТ» В РАМКАХ РОССИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО КОНКУРСА ВОДНЫХ ПРОЕКТОВ СТАРШЕКЛАССНИКОВ

Работы на тему «Водные ресурсы и климатические изменения» должны быть посвящены изучению изменений **гидрологического режима суши** (в т.ч. **водных экосистем суши**) под воздействием глобальных климатических изменений и их локальных последствий и проявлений. Работа может быть выполнена в следующих направлениях:

- **Изменение количества атмосферных осадков и стока рек**

В последние десятилетия наблюдается рост количества осадков в средних и высоких широтах. Это приводит к увеличению годового стока рек. Однако в различных регионах эта тенденция может быть выражена по-разному, а где-то, возможно, наблюдается наоборот сокращение количества осадков, и, соответственно, годового стока. Поэтому ценной будет работа, в которой проанализирован многолетний ход осадков и речного стока (или уровня рек и водоемов) для вашего региона (района, города), и в которой сделано заключение («диагноз»), какая тенденция наблюдается, насколько она отличается от общей (глобальной), почему, и какое значение она имеет для хозяйства региона (района, города) и его населения. Для того, чтобы оценить, насколько уменьшается доля твердых осадков в холодный период года, можно проводить снегомерные измерения — измерения высоты, плотности и влагозапаса снежного покрова на территориях водосборов, и сравнить полученные данные с многолетними средними. Данные многолетних наблюдений можно получить в региональных отделениях Гидрометеорологической службы, где они должны храниться.

- **Изменение годового хода водности (уровня) рек и водоемов**

Согласно исследованиям ученых, в средних и высоких широтах наблюдается смещение пика весеннего половодья на более ранние сроки. Это вызвано потеплением зим, и, соответственно, увеличением доли дождей в общем количестве осадков холодного периода года. Поскольку жидкая влага значительно быстрее попадает в реку (водоем), чем твердая (снег, лед), пик половодья наступает раньше. Наблюдаются ли такие изменения в вашем регионе (районе, городе)? С целью исследования этого вопроса можно организовать регулярные измерения уровня реки, количества атмосферных осадков и температуры воздуха (именно количество осадков и температура воздуха определяют характер весеннего половодья) и сравнить полученные характеристики половодья за конкретный год с данными многолетних измерений, которые можно получить в региональных отделениях Гидрометеорологической службы, где они должны храниться. Насколько такой сдвиг сроков важен для хозяйственной деятельности, жизни общества? Вынуждена ли экономика подстраиваться под такие изменения и как? Попробуйте дать оценки важности этих сдвигов и предложите варианты подстраивания под эти изменения.

- **Экстремальные явления: половодья, паводки и засухи**

Эти явления вызваны атмосферными (погодными) условиями. Паводки последних лет в Европе, в России, и в других частях мира подтверждают мнение тех ученых, которые считают, что глобальный климат становится более экстремальным. А как это выражено в вашем регионе? Происходили ли подобные экстремальные явления в вашем регионе (районе, городе)? Если да, то опишите и проанализируйте эти события и их последствия, а также степень защищенности вашего района, города и меры по ее повышению. Наблюдается ли рост количества экстремальных подъемов уровня рек, водоемов? Насколько эти явления опасны для экономики и общества? Очевидно, сам паводок предотвратить невозможно, но его разрушительные последствия можно сократить. Возможно, для этой цели имеет смысл построить плотины, дамбы или какие-либо другие **гидротехнические сооружения**? Реальны ли другие способы защиты населения от неблагоприятного действия паводков? Вы можете составить проект защитных мер.

- **Воздействие изменений климата на водные экосистемы**

Изменение водного режима рек и водоемов, несомненно, затрагивает **экосистемы**. Повышение температуры воздуха (и, соответственно, температуры воды) влечет уменьшение содержания кислорода в воде, что неблагоприятно влияет на жизнедеятельность **водных организмов**. Эти положения очевидны. А как конкретно «чувствуют» изменения климатических условий **водные экосистемы** в вашем регионе? Для этого необходимо выделить из общего изменения экосистем реакцию на изменение климатических условий. Проще всего это сделать при исследовании водоемов и рек, не затронутых непосредственным антропогенным влиянием, т.е. находящихся вдали от источников загрязнения. Изменения в экосистемах этих объектов вызваны естественными причинами, в т.ч. климатическими. Можно проследить эволюцию водных экосистем во времени, используя собственные оценки численности видов водных организмов и аналогичные оценки, сделанные в прошлом. Другим интересным видом работ было бы исследование экосистем, развивающихся на месте исчезающих водных объектов (например, высыхающих вследствие атмосферной засушливости озер и водотоков)

- **Кислотные дожди**

В некоторых районах Европы остро стоит проблема кислотных дождей. В России она еще не привлекла серьезного внимания научных кругов и общественности. Однако эту проблему можно поставить шире, а именно, изменение химического состава осадков вообще. Особенно химический состав осадков меняется вблизи крупных промышленных объектов. Эти осадки питают **гидрологическую систему суши** и загрязняют водные экосистемы. Возможно, в вашем районе загрязнение водных экосистем осадками значительно, и вашей задачей могла быть оценка этого эффекта, а также поиск путей решения данной проблемы. Для этого можно, в частности, организовать анализ химического состава жидких и твердых осадков (снега).

- **Деградация вечной мерзлоты**

Эта проблема очень неоднозначна и вызывает немало споров в научных кругах. Главный вопрос заключается в том, насколько вечная мерзлота чувствительна к изменениям климата. Появятся ли при таянии вечной мерзлоты новые водоемы, заболоченные территории, какие экосистемы будут развиваться в новых условиях? Если в вашем регионе наблюдаются подобные эффекты, то опишите и проанализируйте их, а также попробуйте дать прогноз их дальнейшего развития. Исследование этих вопросов на основе фактических наблюдений было бы очень полезным для разрешения проблемы.

НЕКОТОРЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ПОНЯТИЯ

Экосистемы – совокупность живых организмов и окружающей их среды во взаимодействии. Частным случаем экосистем являются **водные экосистемы** – т.е. экосистемы, в которых совокупностью живых организмов является флора и фауна водных объектов, а окружающей средой – сами водные объекты.

Гидрологическая система суши – совокупность всех водных объектов суши, как естественного так и антропогенного происхождения. В г. с. с. входят реки, озера, болота, временные водотоки, водохранилища и др.

Гидрологический режим – закономерные изменения состояния водного объекта во времени, обусловленные главным образом климатическими особенностями бассейна; проявляется в виде многолетних, сезонных и суточных колебаний уровня воды, ее расходов, ледовых явлений, температуры воды, количества и состава переносимого потоком твердого материала, состава и концентрации растворенных веществ, изменений русла реки.

Сток – количество воды, протекающее в речном русле за какой-либо промежуток времени (например, год).

Водность – мера количества воды в реке. Может быть выражена уровнем реки или расходом – количеством воды, протекающим через сечение русла за единицу времени ($\text{м}^3/\text{с}$).

Половодье – ежегодно повторяющееся обычно в один и тот же сезон года относительно длительное и значительное увеличение водности реки, вызывающее подъем ее уровня; обычно сопровождается выходом вод из русла и затоплением поймы.

Паводок – сравнительно кратковременное поднятие уровня воды в реке, возникающее в результате быстрого таяния снега при оттепели, обильных дождей, попусков воды из водохранилищ. В отличие от половодий случается в любое время года.

Засуха – период длительного и значительного недостатка атмосферных осадков (весной и летом) при повышенных температурах и пониженной влажности воздуха.

Кислотные дожди – жидкие атмосферные осадки с повышенной кислотностью. Образуются в результате выбросов промышленными объектами оксидов серы и азота, которые, соединяясь с влагой воздуха, окисляются с образованием соответствующих кислот.

Гидротехнические сооружения – технические сооружения на водных объектах, построенные с целью экономического использования водных ресурсов и снижения ущерба от экстремальных водных явлений. К г. с. относятся дамбы, шлюзы, плотины, гидроэлектростанции и т.д.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1.** Водогрецкий В.Е., Крестовский О.И., Соколов Б.Л. Экспедиционные гидрологические исследования. -Л.: Гидрометеоиздат, 1985 г.-230 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. Москва-Переславль-Залесский 2001 г.
- 3.** Как проводить наблюдения над природой в походе. – Л.,Лениздат, 1963г.
- 4.** Потапова О.Н Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 6, часть 1.Ленинград . Гидрометеоиздат . 1978г.-383 с.
- 5.** Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Открытое акционерное общество « Гидрометприбор». Рейка снегомерная переносная М-104. Паспорт, Санкт- Петербург. 2007г.-1 с.
- 6.** Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Открытое акционерное общество «Гидрометприбор». Преобразователь сигналов вертушки.ПСВ-1. Паспорт, Санкт- Петербург. 2007г.-14 с.(7039).
- 7.** Хромов А.В. Гогина Г.В. География родного края: Книга для учителей и учеников общеобразоват. школ. – Орехово-Зуево, 1997.
- 8.** Шадрина Л.Ф. Челябинский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Комплексный доклад гидрометеорология и мониторинг окружающей среды на службе области. Челябинск 2008 г.-145 с.
- 9.** Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985



Увеличение глобальной температуры воздуха на 2°C приведет к полному оттаиванию мерзлых пород на 15-20 % территории криолитозоны, которая покрывает 60% территории России.

За последние 100 лет средняя температура на Земле выросла на $0,74^{\circ}\text{C}$. По прогнозам ученых, к концу 21 века температура на планете может повыситься от $1,8$ до $4,6^{\circ}\text{C}$.

Среднегодовая температура в России с 1907 по 2006 гг. увеличилась на $1,29^{\circ}\text{C}$.

Количество атмосферных осадков в 20 веке увеличивалось на 0,5-1% за десятилетие в большинстве районов высоких и средних широт Северного полушария.

Во второй половине 20 века увеличилась повторяемость экстремально высоких температур.

За период с 1960 г. число катастрофических погодных явлений и наводнений выросло на порядок.

За последние 100 лет уровень океана повысился на 10–20 см. Столь быстрые темпы роста (1–2 мм в год) на порядок превышают изменения, наблюдавшиеся в течение последних 3 тыс. лет.





РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОНКУРС ВОДНЫХ ПРОЕКТОВ СТАРШЕКЛАССНИКОВ

НОМИНАЦИЯ «ВОДА И КЛИМАТ»

Проекты на тему «Водные ресурсы и климатические изменения» должны быть посвящены изучению изменений гидрологического режима суши (в том числе водных экосистем суши) под воздействием глобальных климатических изменений и их локальных последствий и проявлений.

Работа может быть выполнена в следующих направлениях:

Изменение количества атмосферных осадков и стока рек.

Изменение годового хода водности (уровня) рек и водоемов.

Экстремальные явления: половодья, паводки, засухи.

Воздействие изменений климата на водные экосистемы.

Кислотные дожди.

Деградация вечной мерзлоты и др.

Более подробная информация - www.eco-project.org



Учредитель и организатор Российского национального конкурса
водных проектов старшеклассников – Институт консалтинга экологических проектов

Контакты:
www.eco-project.org
E-mail: water-prize@mail.ru, eco.epci@gmail.com
Тел./факс: +7 (499) 245-68-33
Тел.: (495) 589-65-22, (903) 144-30-19



При поддержке программы MATRA/KAP

Амбassade van het

Koninkrijk der Nederlanden