

26. 222  
19-93

**В.Н. Зуев**

**Изучение и охрана  
водных объектов**

РЕПОЗИТОРИЙ БАРГУ

2014 -

**В. Н. Зуев**

# **ИЗУЧЕНИЕ И ОХРАНА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Производственно-практическое издание

Второе издание, с изменениями и дополнениями

РЕПОЗИТОРИЙ БАРГУ

**Минск**  
**Мэджик Бук**

**86650**

2006  
Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Барановичский государственный университет»

УДК 502:504.4.06

ББК 26.222

393

Рекомендовано к изданию кафедрой естественных и математических дисциплин с методикой преподавания УО «Барановичский государственный университет» (протокол № 1 от 30.08.2008)

*Рецензенты:*

*В.И. Кочурко*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;  
*Н.К. Катович*, кандидат педагогических наук, доцент.

**Зуев В. Н.**

**Изучение и охрана водных объектов:** производственно-практическое издание / В. Н. Зуев. — 2-е изд. — Минск, 2008. — 68 с.

**ISBN 978-985-6863-27-4**

393

Представлен теоретический и практически значимый материал о поверхностных водных объектах, болотах. Приводятся простейшие методы исследования и охраны водных объектов.

Предназначено для активистов экологических инициатив и организаций, учащихся школ, студентов вузов, учителей и преподавателей естественнонаучных дисциплин.

Ил. — 16. Табл. — 4. Библиогр. — 19 назв.

**УДК 502:504.4.06**

**ББК 26.222**

**ISBN 978-985-6863-27-4**

© В.Н. Зуев

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| Введение .....  | 4  |
| Водные объекты и их значение в природе и для человека .....   | 5  |
| Исследования водных объектов .....  | 33 |
| Способы, методы и технологии охраны водных объектов .....   | 48 |
| Роль общественных организаций в формировании экологической культуры личности и решении локальных экологических проблем. |    |
| Организация и проведение природоохранных акций .....  | 57 |
| Правила безопасности при работе по изучению и охране водных объектов .....  | 61 |
| Глоссарий .....   | 63 |
| Литература .....  | 65 |

## ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое пособие посвящено вопросам изучения и охраны водных объектов. Они разнообразны. Но их объединяет, во-первых, постоянное внимание человека как потребителя питьевой и технической воды, разнообразных ресурсов водоемов и водотоков, во-вторых, влияние водных объектов на формирование среды обитания и самого человека, и различных видов растений и животных.

Во втором издании пособие дополнено информацией касательно болот. Приводятся дополнительные данные по характеристикам основных типов водных объектов, правила поведения при полевых исследованиях.

Пособие построено в основном на информации, полученной в ходе выполнения исследовательских и природоохранных проектов и программ эколого-краеведческим общественным объединением «Неруш» (г. Барановичи) в период 2001-2008 годов. По нашему мнению, изложенный материал поможет не только обеспечить теоретическую подготовку учащихся школ, студентов ссузов и вузов, юных любителей природы и молодых исследователей из разнообразных кружков, объединений, общественных инициатив, но и организовать работу по конкретному улучшению качества окружающей среды вообще и водных объектов на локальных территориях в частности.

Мы учитывали, что одним из ведущих принципов разработки современного содержания образования является принцип регионализации, исходя из которого вся система образования должна учитывать региональные компоненты той местности, в которой живет человек. Знания родного края, его отдельных компонентов включают в учебный процесс личный социальный опыт учащихся, активно развивает их познавательный интерес, показывают практическую значимость приобретенных знаний и умений, позволяет сделать учебный процесс более значимым для учащихся. Работа по изучению водных объектов будет способствовать более эффективному формированию у школьников, студентов целостной картины по изучаемой проблеме и осознанию ими своей роли в ее разрешении, усилению практической направленности обучения.

## ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В ПРИРОДЕ И ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА

Вода, занимая 71% поверхности Земли, является самым обильным и ценным ресурсом. Мировые запасы воды огромны — около 1389 млн. км<sup>3</sup>. Если распределить их поровну, то на каждого жителя планеты пришлось бы по 280 млрд. литров. Однако 97% водных ресурсов приходится на долю океанов и морей, в которых вода слишком соленая. Оставшиеся 3% — пресные воды.

Из всей пресной воды человечество может использовать лишь 0,003%, т.к. она либо сильно загрязнена, либо залегает на больших глубинах и ее нельзя извлечь по приемлемым ценам, либо содержится в айсбергах, полярных льдах, в атмосфере и в почве.

Вода находится в постоянном круговороте. Этот естественный процесс рециркуляции происходит до тех пор, пока потребление воды не становится интенсивнее, чем восполняются ее запасы и пока не изменяется качественный состав воды.

*Поверхностные воды* — пресные воды, стекающие с определенной территории в ручьи, озера, болота и водохранилища. Территория, с которой в главную реку и ее притоки стекают поверхностные воды, с которыми могут поступать наносы и загрязняющие вещества, называется *водосбором*, или водосборным бассейном.

Часть атмосферных осадков просачивается в землю и накапливается там в виде почвенной воды, заполняя поры почвы и грунта. В конечном счете большая часть почвенной влаги испаряется и возвращается в атмосферу.

Часть воды под влиянием силы тяжести перемещается вглубь и заполняет поры и трещины в слоях песка, гравия и песчаника. Зона, в которой водой заполнены все поры, называется зоной насыщения. Водопроницаемые, насыщенные водой отложения, называются водоносными горизонтами, а находящаяся в них вода — *грунтовой водой*. Если темпы забора воды из водоносного горизонта превышают темпы ее накопления, грунтовые воды превратятся из медленно возобновимого в невозобновимый ресурс в пределах человеческой жизни.

Критериями использования воды служат показатели водозабора и водопотребления. Почти три четверти добываемой в мире воды идет на орошение, остальная вода используется в промышленности и коммунальном хозяйстве, для охлаждения оборудования на электростанциях и т. д.

Огромное количество воды требуется для производства продовольствия и различной промышленной продукции. Для производства суточной нормы пищевых продуктов на одного человека требуется около 6 м<sup>3</sup> воды.

## **Река**

Река — водный поток, текущий в естественном русле и питающийся за счет поверхностного и подземного стока с их бассейнов.

Известный русский ученый Л. И. Мечников (1924) писал: «основной причиной зарождения и развития цивилизации являются реки. Река во всякой стране является как бы выражением живого синтеза, всей совокупности физико-географических условий; те же условия увеличивают или уменьшают ее пластическую или разрушительную мощь».

Реки по характеру течения и географическому положению делятся на равнинные и горные. Равнинные реки отличаются от горных более медленным течением и широкими долинами.



Рис. 1 — Река Щара около дер. Колбовичи (Барановичский район)

На Беларуси протекают 20,8 тысяч равнинных рек с общей протяженностью 90,6 тысяч км. Они принадлежат к бассейнам Чёрного и Балтийского моря, водоразделом которых служит Белорусская гряда.

По площади водосбора и расходу воды реки делятся на большие, средние и малые. Наиболее распространены в Беларуси малые реки с длиной русла более 10 км, которые протекают в неглубоких широких долинах с плавными склонами. Они имеют небольшие наклоны водной поверхности, небыстрое течение. В районах возвышенностей долины рек более выражены, течение у них быстрое. Многие реки Беларуси протекают по болотам или имеют значительные заболоченные пространства в составе своих водосборов.

Совокупность водотоков и водоемов в пределах какой-либо территории носит название **гидрографической сети**, в которую также включаются болота, каналы и родники. Современная гидрографическая сеть сформировалась в результате длительных и сложных процессов, происходивших на Земле на протяжении многих миллионов лет. Водоемы и водотоки, ставшие первоосновой гидросферы, под влиянием геологических, климатических и других факторов изменяли свои размеры, исчезали в одних районах и появлялись в других, трансформировались, умирали и вновь рождались. Изменения в строении гидрографической сети происходят и в настоящее время вследствие замедленных тектонических движений земной коры, эволюции водоемов, а также водохозяйственной деятельности человека. Частью гидрографической сети является русловая сеть, представляющая собой совокупность всех водотоков в пределах рассматриваемой территории.

Самое верхнее звено — **ложбины стока** — эрозионные образования, впоследствии занесенные толщей покровной породы. По ним происходит сток атмосферных осадков и плоскостной смыв частиц грунта.

Слияние ложбин приводит к образованию следующего звена русловой сети — лоцин. Вследствие более сосредоточенного размыва они имеют более высокие и крутые склоны. На дне их образуются овраги, рвы и т. д.

Суходолы являются переходным звеном к речным долинам и имеют асимметричное поперечное сечение. У суходолов хорошо выражен береговой и донный размыв, вызывающий появление извилистости русла.

Слияние суходолов приводит к образованию речных долин — относительно узких, вытянутых в длину, обычно извилистых углублений в земной поверхности с наличием русла современного потока, имеющих общий уклон от верховьев к низовьям. Речные долины не пересекают друг друга, а, встречаясь, сливаются в одну общую систему. Речные долины обычно подразделяют на две группы: беспойменные и пойменные, заливаемые речными водами во время разливов рек.

Верхние звенья гидрографической сети — ложбины, лоцины и суходолы, занимающие более 90% ее длины, являются областями формирования жидкого и твердого стоков постоянных и временных водотоков. А нижние звенья — различные типы речных долин — в основном являются путями транспорта жидкого и твердого стока.

Часть русловой сети, состоящая из отчетливо выраженных русел постоянных водотоков, называют речной сетью. Большая ее часть состоит из очень мелких и малых рек; больших и очень больших немного не только по числу, но и по длине.

Совокупность рек, сливающихся вместе и выносящих свои воды в виде общего потока, называют **речной системой**. Иначе говоря, речная система включает в себя главную реку и большое количество притоков, т. е. рек, впадающих в нее прямо или посредством других.

Притоки, непосредственно впадающие в главную реку, называются притоками первого порядка, их притоки – притоками второго порядка и т. д. Выделение главной реки должно основываться на ее многоводности, направлении, величине и характере долины, а также длине и площади бассейна.

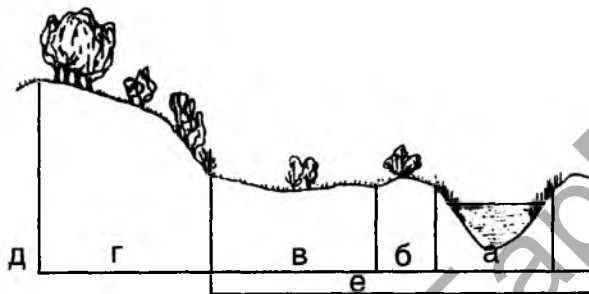


Рис. 2 — Строение речной долины: а – русло, б – предрусловый вал, в – пойма, г – пойменная терраса, д – водораздел, е – речная долина.

Основным элементом речной долины (рис. 2) является *русло* — наиболее пониженная часть, по которой происходит сток воды в межпаводочные периоды.

*Долина* — вогнутая, линейно вытянутая форма рельефа, образованная деятельностью реки и имеющая уклон в направлении ее течения.

*Исток* реки — место, ниже которого появляется постоянное русло потока. Истоком реки могут быть родники, болото, озеро.

*Устье* — место впадения реки в другую реку, озеро, пруд, море.

Территория, с которой река получает водное питание, называется *водосбором* или водосборной площадью.

Уровень волны в реке колеблется. Часть речной долины, которая затопляется в половодье или во время паводков, называется *поймой*. Пойма делится на прирусловую, центральную и притеррасную части. На прирусловой части поймы может быть хорошо выраженный прирусловый вал, образовавшийся в результате оседания твердых частиц во время половодья.

Русла рек редко бывают прямыми (рис. 3). Вода воздействует на горные породы берегов, размывает их, меняя свое русло и снося течением массы твердых вещества. Таким образом формируются *перекаты* — мелководные участки реки, часто имеющие вид вала, сложенного рыхлыми отложениями и пересекающими русло, и *плесы* — участок русла реки, более глубокий по сравнению с выше и ниже расположенными.

Элементами реки могут быть также рукава (протоки) и старицы. *Рукав* — ответвление русла реки. *Протока* — ответвление реки, отходящее далеко от основного русла. Ширина, глубина в протоке обычно меньше, чем в основном русле. В протоках часто сильно развита водная расти-

тельность. Нередки случаи, когда на малых реках протоки и основные русла практически не различаются между собой. *Старица* — полностью или частично отделившийся от реки участок ее прежнего русла.

*Остров* — часть поймы, ограниченная рукавами или протоками реки (образован эрозивной деятельностью потока), или осередок, закрепленный растительностью и устойчивый к размыву.

В различных условиях (в зависимости от структуры горных пород, образующих берег, скорости течения) река может формировать *затоны* — длинные непроточные заливы реки, образованные из старицы, протоки, или отделенный от основного русла *косой*, *отмели* — мелкие участки реки, *пляжи* — широкие песчаные полосы в прирусловой части реки.

Одним из важнейших факторов, обеспечивающих состояние реки являются размывы речных берегов водными потоками.



Рис. 3 — Схема речного русла:

а — коренное русло, б — правый берег, в — левый берег, г — пляж, д — затон, е — коса, ж — остров, з — старица.

Размывы берегов — природный процесс, свойственный любой реке. Скорость размыва колеблется от долей метра до десятков метров в год, изменчива от половодья к межени, от года к году в зависимости от стадии развития процесса, который возникает, активизируется, затухает, прекращается и вновь возобновляется.

Размывы берегов рек — отражение взаимодействия речного потока и русла реки и постоянных переформирований (деформаций) последнего. Одновременно с ними наблюдается накопление наносов у противоположных берегов. Р. С. Чалов (1986) отмечает, что интенсивность размыва зависит от угла подхода потока к берегу: чем он больше, тем больше скорость размыва.

Скорость размыва берегов зависит от их геологического строения и высоты уступа (чем выше, тем меньше интенсивность размыва): при увеличении высоты с единицы длины размываемого берега в русло поступает большее количество наносов, что снижает размывающую способность потока.

Неоднородность геологического строения берегов — причина не только неодинаковых темпов их отступления, но и возникновения выступающих в русло мысов. У пойменных берегов также мысы связаны с печинами — выступами в основании береговых откосов, сложенными плотными глинами, они соответствуют ложбинам на пойме, в которых шло накопления ила. Чередование печин с отрезками берега, сложенного песками (они соответствуют гривам на пойме), обуславливает фестончатую линию берега (чередование выступов и углублений), а в прибрежной зоне потока — возникновение водоворотов, в которых происходит усиление размыва берега.

Изменения условий размывов берегов рек, их активизация и увеличение протяженности зон происходят под влиянием хозяйственной деятельности. Регулирование стока рек водохранилищами сопровождаются 2-3-кратной активизацией размывов берегов ниже плотин. Со временем этот процесс может затухать по мере формирования нового типа потока.

Активизация размывов берегов происходит под влиянием мостовых переходов и других сооружений в русле и на берегах. Пересечение пойм дорожными насыпями, намыв пойменных территорий, возведение дамб обвалования уменьшают разливы во время половодья вплоть до полной концентрации потока в пойменных берегах. В связи с тем что пропускная способность естественного русла с поймой меньше, чем расход половодья, происходят размывы его дна и берегов. Сами берегоукрепительные сооружения могут провоцировать размывы берегов на ниже расположенных участках реки: закрепляя берег и ликвидируя его размыв, они тем самым создают дефицит наносов, который компенсируется размывом берегов ниже по течению.

Особое место занимают урбанизированные участки рек. Здесь даже при слабых размывах возникает угроза разрушения береговых объектов,

усугубляющаяся несогласованностью воздействий на реку как самих инженерных объектов, так и мероприятий по защите берегов от размыва.

В таблице 1 представлены общие последствия воздействия хозяйственной деятельности человека на естественные водотоки.

**Таблица 1 — Хозяйственное воздействие на долинные ландшафты (по Е.Ю. Колбовскому, 2004)**

| Блок воздействий  | Подсистема речного русла  | Подсистема долины   |
|---|---|---|
| <p><b>Торфоразработка и мелиорация:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ снижение доли грунтового питания;</li> <li>✓ создание искусственных русел</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Нарушение баланса твердого и жидкого стока;</li> <li>✓ перегрузка русел насосами;</li> <li>✓ укорачивание истоков</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Уничтожение гидрографических узлов;</li> <li>✓ сведение растительного покрова;</li> <li>✓ сволакивание верхнего горизонта почв</li> </ul>  |
| <p><b>Животноводство (перевыпас):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ разрушение берегов;</li> <li>✓ суффозия и оползни;</li> <li>✓ сброс неочищенных стоков;</li> <li>✓ повышение трофности речных вод</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Эрозионно-аккумулятивные осцилляции;</li> <li>✓ сползание и обрушивание в русло земляных масс;</li> <li>✓ занос и заиление богачов и плесов;</li> <li>✓ рост перекатов;</li> <li>✓ обмеление рек;</li> <li>✓ дефицит растворенного кислорода;</li> <li>✓ эвтрофикация рек</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Разрыв связи с грунтовыми водами по плесам;</li> <li>✓ ослабление дренажа участков пойм;</li> <li>✓ заболачивание и заколчаривание днища долины;</li> <li>✓ обеднение видового состава пойменных лугов;</li> <li>✓ пастбищная дигрессия</li> </ul> |
| <p><b>Водное хозяйство:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ устройство глухих плотин;</li> <li>✓ образование водоемов замедленного водообмена</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Торможение паводковых волн;</li> <li>✓ нарушение естественного промывного режима и заиление русел рек</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Подтопление и заболачивание пойм</li> </ul>  |
| <p><b>Лесозаготовка и лесосплав:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ уничтожение русловых форм;</li> <li>✓ анаэробное разложение топлива</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Угнетение биоты русловых комплексов;</li> <li>✓ уничтожение рыбного стада</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Захламление террас и поймы отходами</li> </ul>   |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Кормопроизводство:</b><br>✓ заброс сенокосных угодий   | ✓ Захламление русел  | ✓ Закустаривание пойм  |
| <b>Полеводство:</b><br>✓ распашка пойм и террас;<br>✓ химическая и механическая денудация   | ✓ Перегрузка русел наносами;<br>✓ загрязнение рек удобрениями  | ✓ Уничтожение естественного рельефа пойм;<br>✓ плоскостная и релейная эрозия   |
| <b>Урбанизация и рекреация:</b><br>✓ бытовые и ливневые стоки;<br>✓ свалка мусора и грязного снега;<br>✓ распространение искусственных покрытий | ✓ Загрязнение вод нефтепродуктами, фенолами, тяжелыми металлами;<br>✓ накопление донных органических илов;<br>✓ формирование паводковых пиков                        | ✓ Деградация долинного ландшафта;<br>✓ усиленный смыв;<br>✓ загрязнение русел;<br>✓ перегрузка пойм и террас строениями  |
| <b>Энергетика (нижний бьеф):</b><br>✓ попуски регулирования;<br>✓ устранение весеннего подпора;<br>✓ возрастание уклона поводной волны          | ✓ Резкие колебания уровня грунтовых вод;<br>✓ угнетение биоты русел;<br>✓ развитие глубинной эрозии на нижних отрезках течений;<br>✓ перестройка продольного профиля | ✓ Развитие суффозионных полуцирков и оползней выплывания;<br>✓ разрушение коренных и пойменных берегов;<br>✓ формирование нового пойменного уровня;<br>✓ осуходоливание пойм |
| <b>Энергетика (верхний бьеф):</b><br>✓ подпор низовий рек   | ✓ Замедление водообмена на устьевых отрезках рек;<br>✓ перестройка продольного профиля (заиление)  | ✓ Затопление пойм;<br>✓ заболачивание надпойменных террас  |

### **Канал**

Искусственный наземный водоток с безнапорным движением. Каналы по назначению делятся на энергетические (гидросиловые), мелиоративные (оросительные, осушительные), водопроводные (обводнительные), лесосплавные, судоходные, рыбоводные. По химическому составу вода каналов идентична воде исходящего водоема (озера, водохранилища, пруда).



Рис. 4 — Водосбросный канал. Завод «Атлант» (окрестности г. Барановичи)

### ***Озера***

Озера — водоемы в естественных углублениях суши, не имеющие одностороннего уклона.

Каждое озеро состоит из трех взаимно связанных составных частей:

- 1) котловины — формы рельефа земной коры,
- 2) воды и растворенных в ней веществ — части гидросферы и
- 3) растительного и животного населения водоема — части живого вещества планеты.

Котловины озер Беларуси имеют различное происхождение, которое отражается в рельефе дна, преобладающих глубинах и особенностях органического мира.

Котловины ледникового происхождения широко распространены в Беларуси и подразделяются на подпрудные, долинные, эварзионные, термокарстовые, остаточные.

*Подпрудные озера* образовались в результате подпруживания талых ледниковых вод моренными отложениями. Они имеют округлые очертания

и неровное дно. Они характеризуются большими площадями водной поверхности. Примерами являются озера Дривяты (Браславский район), Освейское (Верхнедвинский район).

*Озера долинного типа* возникли в результате ледникового выпахивания и эрозионной деятельности талых ледниковых вод. Они характеризуются большой глубиной — до 30 – 50 м, незначительной площадью, обрывистыми берегами, а также вытянутостью в направлении движения ледника. Примерами таких озер являются Долгое (Глубокский район; самое глубокое в Беларуси), Свирь (Мядельский район).

*Озера, имеющие эвразийные котловины*, образовались в результате эрозионной деятельности падающей с ледниковой поверхности воды. Площадь таких озер небольшая, они глубоки и имеют округлую форму. Примером такого озера является Сенно (Сенненский район).

*Озера термокарстового типа* образовались в результате вытаивания участков древнего ледника, имеют небольшую площадь и распространены преимущественно в северной части страны, например, озеро Лисицкое (Поставский район).

Также выделяются:

- *котловины речного типа*, сформировавшиеся при участии нескольких процессов, имеют сложное строение дна, например, озера Лепельское (Лепельский район), Неспиш (Браславский район);

- *озера-разливы (озера полесского типа)*, которые занимают плоские понижения поверхности, их котловины слабо выражены в рельефе; они мелководны, имеют заболоченные берега и большую площадь водной поверхности. Примерами являются озера Червонное (Житковичский район), Выгонощанское (Ивацевичский, Ганцевичский, Ляховичский районы);

- *карстовые озера*, отличающиеся котловинами воронкообразной формы, значительной глубиной. Примерами является озера Свитязь (Новогрудский район), Вулька (Лунинецкий район);

- *озера-старицы*, представляющие собой измененные русла рек; они распространены в долинах крупных рек, таких как Днепр, Припять, Неман, Сож.

На основании трофности озера Беларуси делятся на мезотрофные, эутрофные и дистрофные.

**Эутрофикацией** называется процесс ухудшения качества воды из-за избыточного поступления в водоем так называемых «биогенных элементов», в первую очередь соединений азота и фосфора. Эутрофикация — нормальный природный процесс, связанный с постоянным смывом в водоемы биогенных элементов с территории водосборного бассейна. Однако в последнее время на территориях с высокой плотностью населения или с интенсивно ведущимся сельским хозяйством интенсивность этого процесса увеличилась многократно из-за сброса в водоемы коммунально-бытовых стоков, стоков с животноводческих ферм и предприятий

пищевой промышленности, а также из-за смыва избыточно внесенных удобрений с полей.

Механизм воздействия эвтрофикации на экосистемы водоемов следующий.

1. Повышение содержания биогенных элементов в верхних горизонтах воды вызывает бурное развитие растений в этой зоне (в первую очередь фитопланктона, а также водорослей-обрастателей) и увеличение численности питающегося фитопланктоном зоопланктона. В результате прозрачность воды редко снижается, глубина проникновения солнечных лучей уменьшается, и это ведет к гибели донных растений от недостатка света. После отмирания донных водных растений наступает черед гибели прочих организмов, которым эти растения создают места обитания или для которых они являются вышерасположенным звеном пищевой цепи.

2. Сильно размножившиеся в верхних горизонтах воды растения (особенно водоросли) имеют намного большую суммарную поверхность тела и биомассу. В ночные часы фотосинтез в этих растениях не идет, тогда как процесс дыхания продолжается. В результате в предутренние часы теплых дней кислород в верхних горизонтах воды оказывается практически исчерпанным, и наблюдается гибель обитающих в этих горизонтах и требовательных к содержанию кислорода организмов (происходит так называемый «летний замор»).

3. Отмершие организмы рано или поздно опускаются на дно водоема, где происходит их разложение. Однако, как мы отметили в пункте 1, донная растительность из-за эвтрофикации погибает, и производство кислорода здесь практически отсутствует. Если же учесть, что общая продукция водоема при эвтрофикации увеличивается, между производством и потреблением кислорода в придонных горизонтах наблюдается дисбаланс, кислород здесь стремительно расходуется, и все это ведет к гибели требовательной к кислороду донной и придонной фауны. Аналогичное явление, наблюдающееся во второй половине зимы в замкнутых мелководных водоемах, называется «зимним замором».

4. В донном грунте, лишенном кислорода, идет анаэробный распад отмерших организмов с образованием таких сильных ядов, как фенолы и сероводород, и столь мощного «парникового газа» (по своему эффекту в этом плане превосходящего углекислый газ в 120 раз), как метан. В результате процесс эвтрофикации уничтожает большую часть видов флоры и фауны водоема, практически полностью разрушая или очень сильно трансформируя его экосистемы, и сильно ухудшает санитарно-гигиенические качества его воды, вплоть до ее полной непригодности для купания и питьевого водоснабжения.

Один из вероятных процессов в эвтрофных водоемах — рост синезеленых водорослей (цианобактерий). Некоторые из них очень токсичны. Выделяемые этими организмами вещества относятся к группе фосфор- и

серосодержащих органических соединений (нервно-паралитических ядов). Действие токсинов сине-зеленых водорослей может проявляться в возникновении дерматозов, желудочно-кишечных заболеваний; в особенно тяжелых случаях, при попадании большой массы водорослей внутрь организма, может развиваться паралич. Будьте особенно внимательны при работе с детьми на таких водных объектах.



Рис.5 – Озеро Домашевичское (Барановичский район)

Термический режим озер обусловлен приходом и расходом тепла во времени и распределением его в водной массе и котловине. Накопление и расходование тепла в озере за некоторый промежуток времени можно выразить в виде уравнения теплового баланса.

Основным источником прихода тепла в озера является солнечная радиация. Наиболее интенсивно поглощает солнечную радиацию поверхностный слой воды. Исследования показывают, что в озерах с прозрачной водой в слое воды 25 см поглощается 43-59%, а в озерах с повышенной мутностью – 30-80% падающей радиации. Поэтому, если бы вода в озерах была неподвижной, то нагрев ее происходил бы лишь в самом верхнем слое, проникновение тепла в глубины из-за очень малой теплопроводности воды осуществлялось бы в ничтожных размерах. Но благодаря движению водных масс в озерах активно осуществляется обмен теплом между различными слоями воды по вертикали. В связи с этим суточные колебания температур в озерах прослеживаются на глубине нескольких метров, а годовые обычно захватывают всю водную толщу (за исключением некоторых наиболее глубоких озер).

Перенос тепла в глубины озера, а следовательно, и термический режим глубин, связаны с двумя видами перемешивания вод: конвективным —

вертикальным обменом частиц воды, связанным с разностью плотностей этих частиц, и фрикционным, возникающим в результате движения водных масс, вызванного, главным образом, ветром.

В результате поступления и отдачи тепла через водную поверхность и перераспределения его в водной массе в озерах наблюдаются различные типы термического режима.

Весной, после вскрытия озера, частицы воды в поверхностном слое нагреваются до температур, близких к  $4^{\circ}\text{C}$ , плотность их возрастает, возникает свободная конвекция, выравнивающая температуры сначала в верхнем слое, а затем во всей водной массе (весенняя гомотермия).

При весенней гомотермии вода озера легко перемешивается ветром и становится однородной не только по температуре, но и по минерализации, мутности, насыщению газами и т. д. Продолжительность и интенсивность весеннего перемешивания чрезвычайно важна для жизни в озере, т. к. в этот период глубинные слои его насыщаются кислородом. Устанавливаясь обычно при температуре  $4^{\circ}\text{C}$ , гомотермия может продолжаться (при сильных ветрах) и при более высоких температурах. Так, в мелководных озерах ветровое перемешивание может поддерживать ее в течение всего безледного периода.

К концу весны верхний слой воды прогревается; разность температуры, а следовательно, и градиенты плотности воды между верхними и глубинными слоями возрастают. В озере устанавливается прямая температурная стратификация, характеризующаяся понижением температуры с глубиной. Наступает летний период годового теплооборота озера. В период летнего нагревания энергии ветра оказывается недостаточно для полного перемешивания водоема и в нем образуются три вертикальные термические зоны.

В верхней зоне — **эпилимнионе** — нагретой сильнее двух остальных, температуры по вертикали, благодаря ветровому перемешиванию, убывают весьма незначительно. Для средней зоны — **металимниона** (термоклина), или слоя температурного скачка, характерно резкое понижение (скачок) температуры с глубиной. Разность значений температуры на его верхней и нижней границах может достигать  $20^{\circ}\text{C}$  и более, а вертикальный градиент температуры —  $8-10^{\circ}\text{C}$  на 1 м. Нижняя, относительно холодная зона — **гиполимнион** — отличается плавным и незначительным понижением температуры с глубиной. Мощность эпилимниона обычно не превышает 2-10 м, и только в сильно перемешиваемых озерах она может достигать 18-20 м. Металимнион занимает слой от нескольких дециметров до 2-7 м, в крайне редких случаях увеличиваясь до 15 м и более метров. Положение металимниона (слоя температурного скачка) меняется в зависимости от степени нагрева поверхностных слоев воды,

силы ветра и морфометрических особенностей котловины. Так, сильные

ветры вызывают погружение слоя скачка на большие глубины. В мелких озерах металимнион лежит ближе ко дну.

Эпилимнион, металимнион и гиполимнион обладают не только специфическими термическими особенностями, но и, являются зонами, в которых резко различен химический, газовый и биологический режимы.

Эпилимнион получает из воздуха кислород, в нем достаточно благоприятен световой режим и хорошо развита органическая жизнь. Металимнион из-за значительных градиентов плотности является преградой для перемешивания и переноса кислорода в гиполимнион. Он не преодолим и для ряда планктонных организмов.

В гиполимнионе летом ощущается дефицит кислорода, т. к. проникновению его сверху препятствует слой скачка, а имеющийся кислород расходуется на разложение органических остатков и дыхание водных организмов

Моментом максимального нагрева водоемов заканчивается летний период и начинается осенний период охлаждения озера. В первую фазу этого периода начинается охлаждение эпилимниона, затем в результате конвективного перемешивания разность температур и плотность между эпилимнионом и гиполимнионом уменьшается, при этом слой температурного скачка погружается. Охлаждение эпилимниона и погружение металимниона продолжается до тех пор, пока водная масса не станет полностью однородной (осенняя гомотермия). Состояние осенней гомотермии нарушается, как только температура верхних слоев воды в озере становится ниже  $4^{\circ}\text{C}$ . Более плотные глубинные воды, имеющие температуру около  $4^{\circ}\text{C}$ , препятствуют проникновению вниз легких охлажденных поверхностных вод. Свободная конвекция прекращается, и постепенно в озере устанавливается обратная температурная стратификация, для которой характерно повышение температуры с глубиной. Начинается зимнее охлаждение.

Зимой при обратной температурной стратификации в результате охлаждения поверхностного слоя ниже температуры замерзания на несколько десятых градуса озеро замерзает.

Процесс льдообразования на озерах начинается так же, как и на реках, с возникновения заберегов и сала. На малых озерах, где тепловой запас и перемешивание невелики, а охлаждение по площади происходит почти равномерно, сплошной ледяной покров может образоваться почти одновременно на всей площади за счет смыкания заберегов, продвигающихся от берегов к центру озера. Если похолодание сохраняется, то возникновение первой ледяной корки является и установлением ледостава.

На крупных глубоких озерах со сложной формой котловины, обладающих большим и неравномерно распределенным запасом тепла и подверженных сильному ветровому воздействию, установление ледостава происходит неодновременно по площади. Продолжительность интерва-

ла времени от появления первых ледяных образований до установления сплошного ледостава на отдельных участках может достигать до 20-45 суток, а общая продолжительность замерзания всего озера может достигать до трех месяцев. Вначале ледообразование идет в прибрежной зоне, где формируются сало и забереги. Сильный ветер, взламывая забереги, выносит лед в центральную часть озера, где он, смерзаясь со всплывшим донным льдом, образует ледяные поля. Постепенно размеры ледяных полей увеличиваются, и устанавливается ледостав. После образования сплошного ледяного покрова, при уменьшении потерь тепла в атмосферу, возможно вскрытие глубоководных участков за счет подтаивания льда снизу и повторное их замерзание, что может неоднократно повторяться, если зима неустойчивая, а теплозапас водной массы не израсходован.

Наращение льда идет наиболее интенсивно в первый период после замерзания, причем процесс этот происходит одновременно и снизу и сверху. Поэтому для озерного льда в большинстве случаев характерна слоистая структура: поверх прозрачного водного льда лежит мутный и беловатый водно-снеговой и снеговой лед. К весне толщина льда на озерах может достигать 200 см. Лед и особенно покрывающий его снег делают практически невозможным теплообмен между водной массой и атмосферой.

Вскрытие озер происходит под влиянием притока тепла, механического воздействия ветра и колебаний уровня воды. Стаивание льда за счет притока тепла может происходить как с верхней, так и с нижней поверхности. На малых озерах вскрытие и очищение ото льда происходит почти исключительно за счет притока тепла, лед тает на месте. На больших озерах усиливается роль ветра, наблюдается дрейф льда (ледоход), а на сточных озерах часть льда выносится реками. Вскрытие озер происходит на 8-15 дней позднее, чем вскрытие рек.

### **Водохранилища**

Искусственный водоем, образованный водоподпорным сооружением на водотоке с целью сохранения воды и регулирования водного стока. Создаются в соответствии с потребностями различных отраслей промышленности, сельского хозяйства, ЖКХ, водного транспорта. Имеют полный объем воды более 1 млн м<sup>3</sup>. Химический состав воды в целом зависит от состава воды рек, наполняющих водохранилище.

Водохранилища отличаются друг от друга параметрами (площадью зеркала, объемом, длиной, шириной, глубиной), конфигурацией, характером регулирования, назначением, характером и степенью воздействия на природу и хозяйство прилегающих районов, технико-экономическими показателями и т. п. Вместе с тем они имеют и общие черты: почти все водохранилища образуются путем подпора рек плотинами (лишь некоторая

часть образована путем обвалования участков территории дамбами с самотечной или механической подачей воды извне); большинство водохранилищ предназначается для регулирования естественного стока рек в целях комплексного использования водных ресурсов; для всех водохранилищ (за исключением тех из них, в состав которых вошли крупные естественные озера) характерны возрастание глубины по направлению к плотине, весьма замедленные по сравнению с рекой водообмен и скорости течения воды, неустойчивость летней термической и газовой стратификации и некоторые другие особенности.

Водоохранилища Беларуси по объему воды подразделяются на крупные, средние и малые.

*Крупные водохранилища* имеют полный объем задержанных вод более 100 млн. м<sup>3</sup>. Самым крупным водохранилищем Беларуси является Вилейское, которое содержит около 260 млн. м<sup>3</sup> и имеет площадь водного зеркала примерно 75 км<sup>2</sup>.

*Средние водохранилища* концентрируют от 10 до 100 млн. м<sup>3</sup> воды. Примерами являются Любанское водохранилище с объемом воды около 40 млн. м<sup>3</sup>, Велута (Лунинецкий район) — 31 млн. м<sup>3</sup>.

*Малые водохранилища* аккумулируют от 1 до 10 млн. м<sup>3</sup> воды и имеют небольшую площадь водной поверхности. Примерами являются Гать (Барановичский район; объем — 3,15 млн. м<sup>3</sup>, площадь — 1,26 км<sup>2</sup>), Тулово (Витебский район; объем — 1,33 млн. м<sup>3</sup>, площадь — 0,39 км<sup>2</sup>). 76% водохранилищ Беларуси относятся именно к такому типу.

Создание водохранилищ и регулирование ими стока значительно преобразует естественный гидрологический режим реки, что влечет изменения и многих других природных процессов. Эти изменения проявляются по-разному в верхних (выше плотины) и нижних бьефах гидроузлов (ниже плотины). В первую очередь это относится к режиму уровней воды.

По гидрохимическим и гидробиологическим особенностям водохранилища ближе к озерам, чем к рекам. Затопленные почвы, размыв берегов, торфяники, растительность пополняют воду водохранилищ азотом, фосфором, железом, органическими веществами. Вследствие обогащения воды органическими веществами увеличивается содержание углекислоты и уменьшается количество растворенного кислорода. Наблюдается тенденция к увеличению солености, связанная с режимом регулирования и с загрязнением сточными водами.

С созданием водохранилищ изменяется режим движения наносов. Характер и размеры этих изменений зависят от многих факторов: размеров, очертания в плане, величины сработки и степени проточности водохранилища, количества и крупности наносов, приносимых рекой, масштабов переработки берегов, режима течений и волнения.

Крупные водохранилища рассчитываются на заиление в течение нескольких столетий, тем не менее в практике гидростроительства известны случаи очень быстрого их уничтожения наносами.

Бороться с заилением водохранилищ можно путем уменьшения эрозии и твердого стока в его бассейне и своевременного сброса наносов из водохранилищ через специальные грязеспуски.



Рис.6 — Водохранилище Гать (Барановичский район)

Водохранилища — очень сложные объекты. С одной стороны, водохранилища нужны для обеспечения орошения и обводнения новых земельных массивов и повышения водообеспеченности поливных земель, для водоснабжения промышленных предприятий, населенных пунктов, ТЭЦ, АЭС, для организации зон отдыха и спорта вблизи городов и курортов, для использования гидроэнергоресурсов, для предотвращения наводнений. С другой стороны, создание водохранилищ осложняется нежелательными последствиями, вносимыми ими в природу и хозяйство территорий, на которых они создаются.

Во-первых, водохранилища являются одним из крупных «потребителей» земли. В настоящее время только у нас в стране под водохранилища изъято 0,5% площади сельскохозяйственных угодий. В зону затопления попадают и леса, и недра, и населенные пункты.

Во-вторых, со строительством плотин изменяется не только гидрологический режим реки, о чем мы уже говорили, но и весь комплекс природных условий на прилегающих к водохранилищам территориях (повышается уровень грунтовых вод, понижаются летние и повышаются зимние

температуры воздуха, усиливается ветровая деятельность, повышается влажность воздуха, изменяется растительность и животный мир и т. д.).

Поэтому при проектировании и обосновании целесообразности создания водохранилищ необходимо в полной мере учитывать все положительные и отрицательные последствия для природы и хозяйства не только в период заполнения и в первые годы эксплуатации водохранилищ, но и в прогнозируемой перспективе. Последствия создания водохранилищ должны учитываться и в прилегающих районах и на удаленных территориях.

### **Пруды**

Искусственные водоемы с площадью акватории до 1 км<sup>2</sup>, полный объем задержанных вод в которых не превышает 1 млн.м<sup>3</sup>. Всего в Беларуси имеется около 1500 прудов, которые аккумулируют около 0,2 км<sup>3</sup> воды. Пруды создаются с разнообразными целями водонакопления в долинах рек, на месте бывших карьеров. По гидрологическим характеристикам похожи на водохранилища.

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.

Современное состояние прудов Беларуси, особенно располагающихся в черте населенных пунктов, крайне неудовлетворительно. Берега многих водоемов разрушены эрозионными процессами. Травянистый покров нарушается за счет многочисленных тропинок и дорожек, организованных помимом дорожек с твердым покрытием. Водоемы захламливаются строительным и бытовым мусором, наблюдается сильное цветение воды. По урезовым и прибрежным линиям прудов наблюдаются плавающие и затопленные посторонние предметы. Примыкающие участки береговой линии зарастают сорными травами, ко многим водоемам отсутствуют организованные спуски. Толщина донных отложений, состоящих из органического ила и ила, образованного за счет оседания на поверхности водоемов городской пыли, колеблется от нескольких сантиметров до полутора, двух, а иногда и более метров. Из-за неправильной эксплуатации водоемов нарушен их уловенный режим. Зачастую территория, прилежащая к водоему, подтоплена вследствие завышенного уровня воды. Это происходит в результате засорения водосбросного устройства бытовым мусором (пластиковыми пакетами, бутылками, ветками и др.). Некоторые пруды наоборот начинают пересыхать вследствие падения уровня грун-

товых вод, а также за счет сокращения поверхностного стока, который также перехватывается ливневой канализацией.



Рис. 7 — Пруд в дер.Ястрембель (Барановичский район)

### **Родники**

Родники являются одним из самых притягательных объектов природы. Сила этого притяжения имеет глубокие исторические корни. Вода в них всегда была чище воды любых других поверхностных источников. Человек с древних времен пользовался родниками. И продолжает пользоваться до настоящего времени.

О. Г. Листопад, А. В. Подобайло (1998) указывают на следующие ценности родников:

1) эстетическую. Многие из них придают красоту балкам и оврагам, по которым протекают, колодцы, как правило, любовно оформлены живописными беседками. Являются важным элементом ландшафта;

2) ценность наследия как наследство природы и рук человека;

3) историко-культурную. Многие источники связаны с именами великих людей, хранят память о важных исторических событиях, овеяны песнями и легендами;

4) религиозную. Ключи и криницы и по сей день являются местом отправления религиозных обрядов местным населением;

5) здравоохранительную. Некоторые источники имеют целебную воду, используемую при лечении многих заболеваний;

6) этическую. Как памятники природы и культуры, родники имеют собственную ценность и право на опеку и защиту.

7) образовательно-патриотическую. Многие известные источники могут стать местом воспитания любви к своей малой родине, важными объектами при обучении школьников и привлечении туристов.

8) ресурсную. Немаловажна роль водных источников в борьбе с засухой.

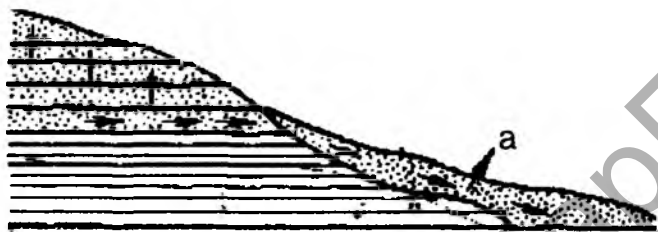


Рис.8 — Схема образования родника: а — место выхода.

С точки зрения гидрогеологии *родники* (ключи, источники) — это естественные выходы подземных вод на поверхности. Нередко они дают начало ручьям и речкам. Подземные воды чаще всего пробиваются на поверхность в холмистой местности, образуя родники на склонах местности. В равнинных областях они находят выход в зонах эрозии — по берегам рек и склонам оврагов. Родники могут быть самостоятельными водными объектами. Нередко они дают начало ручьям и речкам. Например, с родников начинаются реки Кривуля, Старишовка в Каменецком, Лесная Левая и Ясельда в Пружанском, Сервечь в Барановичском районах. А реки Щара, Федоска в Ивацевичском, Вислица в Пинском, Сервечь, Молчадка, Деревянка в Барановичском, канал Жегулянский в Березовском, Лесная в Брестском, озера Гать и Басины, водохранилище Кутовщина в Барановичском, Страдечское в Брестском и многие других подпитываются родниковой водой.

Согласно Кодексу Республики Беларусь (статья 74) родник является малой рекой и его охрана осуществляется в порядке, установленном для малой реки.

Родники бывают трех типов — лимнокрены, реокрены, голокрены.

**Лимнокрен** — небольшой бассейн площадью до 6 м<sup>2</sup> с песчаным дном, с практически незаметным течением и прозрачной водой.

**Реокрен** — водоток небольшой протяженности, обычно характерный для возвышенностей. Такие родники имеют медленное течение и дают начало ручьям и рекам.

**Голокрен** — выход подземных вод на плоскую земную поверхность с глубиной бассейна не более 10-20 см. Вода такого родника мутноватая.

Родники могут питаться верховодкой, грунтовыми и артезианскими водами. В первых двух случаях образуются так называемые нисходящие

родники, вытекающие из рыхлых отложений вниз по склону. В местах рассеянного выхода подземные воды увлажняют склон долины на всем протяжении водоносного пласта, нередко образуя заболоченные полосы с характерной влаголюбивой растительностью.

По особенностям режима все родники подразделяются на постоянно, сезонно и ритмически действующие. Наибольшим постоянством отличаются восходящие источники, питающиеся артезианскими водами. Резкие колебания дебита (вплоть до иссякания) характерны для источников, питающихся верховодкой. Верховодка — это неглубоко залегающие (до нескольких метров) подземные воды. Запасы воды в верховодке очень мало, а качество ее низкое. Родники, питающиеся из верховодки, весьма распространены, их можно повсюду наблюдать весной на склонах местности, по берегам рек, при разработке траншей, котлованов и т.д. Летом они быстро иссякают. Для хозяйственно-питьевого водоснабжения такие родники непригодны.



Рис. 9 — Родник восходящего типа около дер. Ясенец (Барановичский район)

В зависимости от глубины долины и количества чередующихся водоносных и водоупорных пластов родники могут выходить на разной высоте по склону местности. Такое расположение родников встречается по берегам крупных рек, в крупных оврагах, в долинах рек.

Восходящие родники, которые образуются при выходе артезианских вод, истекающих на поверхность по трещинам в твердых породах, наиболее надежны в санитарном отношении. Они питаются из глубинных (100-500 метров) хорошо защищенных водоносных пластов.

Химический состав воды родников разнообразен. Родники, представляющие собой выходы подземных вод, продвигавшихся на сравнительно небольшом расстоянии в трудно растворимых породах – кварцевых песках, в коре выветривания кристаллических пород, чаще дают ультрапресные воды с ничтожно малым плотным остатком, состоящим почти наполовину из кремнезема. Если на пути вод встречались органические отложения (торфяники и проч.), то в них наблюдаются органические вещества. Родники, вытекающие из кислых изверженных пород (граниты и т. п.), отличаются наличием углекислого натрия, а родники, берущие начало в средних изверженных породах, – углекислого кальция и магния; из горных пород, богатых железом, вытекают родники, в которых присутствие железистых соединений чувствуется на вкус. Родники, берущие начало в известняках, обладают высокой жесткостью. Наличие в породах пирита, марказита или кристаллов серы обуславливает в родниковых водах присутствие сероводорода. Естественно, что наличие в горных породах легкорастворимых солей ведет к появлению соленых и рассольных родников. Например, в воде родника около дер. Тартаки Барановичского района (общая минерализация 122 мг/л) отмечено следующее содержание химических соединений (табл.2).

**Таблица 2 — Содержание химических соединений в воде родника (по результатам лабораторного анализа)**

| Химические соединения                   | Содержание, мг/дм <sup>3</sup> | ПДК, мг/дм <sup>3</sup>  |
|---|--------------------------------|--------------------------|
| Нитраты                                 | 0,006                          | 3,0                      |
| Нитриты                                 | 0,0                            | 45,0                     |
| Аммиак                                  | 0,0                            | 2,0                      |
| Хлориды                                 | 1,9                            | 350,0                    |
| Общее содержание солей кальция и магния | 2,4 моль/ м <sup>3</sup>       | 7,0 моль/ м <sup>3</sup> |
| Сульфаты                                | 32,1                           | 500                      |
| Фтор                                    | 0,05                           | 1,2                      |
| Общая щелочность                        | 2,0 моль/ м <sup>3</sup>       | 5,0 моль/ м <sup>3</sup> |

Флора родников бедная и представлена, в основном, аиром обыкновенным, манником наплывающим и другими злаковыми, Степень зарастания родников от 0 до 1, однако отдельные равнинные родники имеют степень зарастания 3-4. Для родников характерно обитание ряда беспозвоночных, например, жуков плавунцов, водолюбов (Рындевич, 2004).

Причин истощения или исчезновения родников может быть немало: вырубка леса, нарушение почвенно-растительного покрова в зоне питания родника, пересечение водного пласта при строительстве, осушение местности, в результате которого понижается уровень подземных вод, и т.д. Истощение нередко сопровождается ухудшением качества воды, более того, родники могут стать даже источниками инфекционных заболеваний.

Восстановить и обогатить небольшие родники иногда удается и более простыми способами. Прежде всего посадкой деревьев и посевом трав вокруг родников и в зоне их питания, восстановлением ранее нарушенной поверхности земли, даже просто огораживанием забором или зеленой изгородью мест выхода. Сохранность и чистота родников во многом зависит и от их своевременного и грамотного инженерного обустройства — сооружения водозаборов (каптажей) и отводящих труб или лотков.

### **Болота**

Болота — избыточно увлажненные участки земли, поросшие влаголюбивой растительностью и характеризующиеся процессом образования торфа, слой которого имеет мощность не менее 30 см (в осушенном состоянии 20 см). Участки избыточного увлажнения с менее мощным слоем называются заболоченными землями.

В Беларуси болота занимают около 25 тыс. км<sup>2</sup>, что составляет 12,4% общей площади страны.

Новиков (2000) выделяет три основные характеристики болота:

1) обильное застойное или слабопроточное увлажнение верхних горизонтов почвогрунтов;

2) специфическая болотная растительность с господством видов, приспособленных к условиям обильного увлажнения и недостатка кислорода в почвенном субстрате;

3) процесс накопления торфа и толщина отложившегося торфа такова, что живые корни основной массы растений не достигают подстилающего минерального грунта.

Болота могут образовываться в результате зарастания озер и заболачивания суши. Главной причиной образования болот на суше является постоянный избыток влаги в почве и на ее поверхности при условии слабой проточности вод и замедленном общем водообмене. Избыток влаги в почве и на ее поверхности, вызывая недостаток кислородного обмена и затрудняя доступ воздуха в поры почвогрунтов, обуславливает неполное

окисление отмирающих остатков растений, образование гуминовых кислот и консервацию органического материала. Последний, постепенно уплотняясь и деформируясь под действием собственного веса и капиллярного давления влаги в порах, превращается в органическую породу — торф, отличающуюся большой водоудерживающей способностью и исключительно высоким содержанием воды.

Многочисленными исследованиями установлено, что торф в естественном состоянии содержит воды от 88 до 97% по объему, сухого вещества — от 10 до 2% и газов — от 1 до 7%. Но назвать болота водоемами нельзя, т. к. большая часть воды находится в связанном состоянии (осмотическая, адсорбированная, химически связанная, капиллярная).

На заболачивание земель существенное влияние могут оказывать различные формы хозяйственной деятельности человека. Например, строительство плотин на реках и создание водохранилищ вызывает подъем грунтовых вод на прилегающих территориях, следствием чего является ухудшение естественного дренажа земель и отвода избытка влаги из почв. Крупные сплошные вырубki лесов при ровном рельефе местности, снижающие транспирацию влаги и ухудшающие инфильтрационную способность почво-грунтов, также могут стать причиной заболачивания почв. Аналогичное действие оказывают лесные пожары, прокладка различных коммуникаций с нарушением поверхностного и подземного стока и т. д.

Болота проходят три фазы своего развития.

В первой фазе своего развития болота богаты минеральными веществами. Поэтому они заняты полностью эвтрофными растениями — растениями, наиболее требовательными к условиям водно-минерального питания. Такие болота называют **низинными** (эвтрофными). Для всех низинных болот характерно обилие болотного разнотравия и осок и отсутствие или сравнительно слабое развитие сфагновых мхов при слабой обводненности и сильной проточности. Низинные болота принято делить на сфагнуво-травяные и травяные. Сфагнуво-травяные болота заняты в основном лесными фитоценозами (сосна, ель, береза, ольха черная). Травяные низинные болота могут быть представлены как безлесными (осока, злаки, тростники), так и лесными (береза, ольха, черная ива) фитоценозами.

На первой стадии второй фазы, когда еще не сформировался выпуклый рельеф болотного массива, эвтрофная растительность сменяется мезотрофной, занимающей промежуточное положение в отношении требований к условиям питательности среды. Низинные болота трансформируются в **переходные** (мезотрофные). Для них характерна средняя обводненность и изменение проточности от слабой до значительной. Переходные болота — это осоково-сфагновые болота, как правило, лесные (сосна, береза, кустарники, осоки).

В третьей фазе вследствие выпуклого рельефа болота характеризуются слабой обводненностью и застойностью. Застойность вод обуславливает и недостаточное минеральное и кислородное питание, что в свою очередь приводит к очень слабому разложению остатков. Соответственно экологическим условиям формируется и олиготрофная растительность, не требовательная к условиям питания.

Переходные болота преобразуются в **верховые** (олиготрофные). Верховые болота характеризуются небольшим количеством видов растений. На слабообводненных массивах преобладают сфагновые мхи. На очень больших площадях верховых болот формируется сток внутри болот, что обуславливает появление грядовых комплексов, образование озер и т. п.

Все верховые болота имеют своеобразное строение: они выпуклые, как холмы, только в миниатюре. Болота имеют вершину, склон и окраину. Разность высот между вершиной болота и его окраиной составляет от 2 до 8 м. Сфагновые мхи образуют огромную двояковыпуклую линзу. Стоя на болоте, этого можно и не заметить. Но если произвести съемку с помощью приборов – теодолита или нивелира – и по результатам съемки нарисовать поверхность болота, то его профиль становится очевиден. Это можно увидеть, стоя на краю болота и глядя в сторону его центра.

При более или менее равнинном рельефе и в условиях достаточной влажности воздуха отдельные болотные массивы на различных стадиях развития объединяются. Образуются болотные комплексы с очень сложной внутренней и поверхностной гидрографической сетью. Кроме микроландшафтов, характерных для различных стадий развития отдельных массивов, здесь возникают новые ландшафтные образования в виде контактных топей, изолированных минеральных островов с характерными топями вокруг них, возникают болотные реки, дающие начало рекам и т. д.

В настоящее время в естественном состоянии болота используются для сбора ягод, охотничьего и лесного хозяйства, сенокосения.

Болота наиболее целесообразно использовать в естественном состоянии как водоохраный гидрологический фактор, переходные для лесного и сельского хозяйства. Планирование использования болот должно быть направлено на максимальное снижение торфодобычи на топливо и другие нужды

В условиях болотного почвообразовательного процесса при избыточном увлажнении атмосферными осадками или грунтовыми водами развиваются гидроморфные (торфяно-болотные) почвы. Они занимают около 14,4% территории Беларуси и имеют относительно примитивный почвенный профиль, состоящий из торфяного или торфяно-глеевого горизонтов.

По мощности торфа гидроморфные (торфяно-болотные) почвы подразделяются на следующие разновидности:

- 1) торфянисто-глеевые (имеют слой торфа до 30 см);
- 2) торфяно-глеевые (имеют слой торфа от 30 до 50 см);
- 3) торфяно-болотные маломощные (имеют слой торфа от 50 до 100 см);
- 4) торфяно-болотные среднemoshные (имеют слой торфа от 1 до 2 м);
- 5) торфяные мощные (со слоем торфа более 2 м).

В зависимости от происхождения и условий водного питания торфяно-болотные почвы подразделяются на следующие типы:

- *торфяно-болотные почвы низинного типа*; они достаточно широко распространены на территории страны, но особенно часто они встречаются в Полесье, где приурочены к плоским понижениям рельефа с неглубоким залеганием грунтовых вод; формируются под автотрофной и мезотрофной растительностью, представленной осоками, тростником, ольхой и гипновыми мхами;

- *торфяно-болотные почвы верхового типа*; они приурочены к водоразделам, пологим склоновым долинам и надпойменным террасам и формируются в условиях избыточного увлажнения бедными минеральными элементами грунтовыми водами и атмосферными осадками; характеризуются низким плодородием и быстро истощаются.

- *торфяно-болотные пойменные почвы*; они приурочены к поймам крупных рек и образуются в условиях постоянного переувлажнения. Они имеют слабокислую или близкую к нейтральной реакцию и характеризуются высокой урожайностью.

Водные объекты находятся в постоянном развитии. Во многом эти процессы связаны с деятельностью человека. Это не только загрязнение различными химическими веществами. Человек изменяет береговую линию водоемов и русла рек, углубляет котловины озер, управляет уровнем воды.

Растения, естественные обитатели водных объектов, могут быть яркими индикаторами состояния того или иного объекта.

Наблюдения за динамикой видового состава и количественным развитием водных растений в водоемах Беларуси республики позволили Б. П. Власову и Г. С. Гигевичу (2002) обобщить индикаторную роль гидрофитов (табл. 3).

**Таблица 3 — Индикаторная значимость основных видов гидрофитов водоемов Беларуси**

| Название вида    | Индикаторы                |              |                |                                |
|------------------|---------------------------|--------------|----------------|--------------------------------|
|                  | органического загрязнения | ацидофикации | эвтрофирования | загрязнение тяжелыми металлами |
| Аир обыкновенный | +                         |              | +              |                                |

|                              |   |   |   |   |
|------------------------------|---|---|---|---|
| Частуха подорожниковая       |   |   | + | + |
| Шелковник жестколистный      | + |   |   |   |
| Сусак зонтичный              |   |   |   |   |
| Каулиния малая               |   |   |   |   |
| Роголистник темно-зеленый    | + | + |   | + |
| Роголистник подводный        | + | + |   | + |
| Ситняг игольчатый            | + |   |   |   |
| Ситныг болотный              | + |   |   |   |
| Элодея канадская             | + |   |   | + |
| Хвощ речной                  | + | + |   |   |
| Манник плавающий             |   |   |   | + |
| Манник большой               | + |   |   | + |
| Хвостник обыкновенный        |   |   |   |   |
| Турча болотная               |   |   |   |   |
| Водокрас обыкновенный        |   |   | + | + |
| Полушник озерный             | + | + |   |   |
| Ряска горбатая               | + |   | + |   |
| Ряска малая                  | + |   | + |   |
| Трехдольница трехбороздчатая |   |   | + | + |
| Уруть колосистая             | + |   | + |   |
| Уруть мутовчатая             |   |   |   |   |
| Наяда морская                |   |   |   |   |
| Кубышка желтая               |   |   |   |   |
| Кубышка малая                | + |   |   |   |
| Кувшинка белая               |   |   |   |   |
| Кувшинка чисто-белая         |   |   |   |   |
| Двукисоточник тростниковый   |   |   |   |   |

|                               |   |   |   |   |
|-------------------------------|---|---|---|---|
| Горец земноводный             |   |   |   |   |
| Рдест сжатый                  |   |   |   |   |
| Рдест курчавый                | + |   | + |   |
| Штуkenия нитевидная           |   |   |   |   |
| Штуkenия гребенчатая          | + |   | + | + |
| Рдест Фриза                   |   |   |   |   |
| Рдест блестящий               |   |   |   | + |
| Рдест плавающий               | + |   |   |   |
| Рдест узловатый               | + |   |   | + |
| Рдест пронзеннолистный        |   |   |   | + |
| Рдест длиннейший              | + | + |   |   |
| Стрелолит<br>стрелолитный     |   |   |   |   |
| Сальвиния плавающая           |   |   |   |   |
| Камыш озерный                 | + |   |   |   |
| Ежеголовник<br>всплывающий    |   |   |   |   |
| Многокоренник<br>обыкновенный | + |   | + | + |
| Телорез алоэвидный            |   |   |   | + |
| Рогольник плавающий           |   |   |   |   |
| Рогоз узколистный             |   |   |   |   |
| Рогоз широколистный           | + |   |   | + |
| Пузырчатка обыкновенная       |   |   |   |   |
| Лобелия Дортмана              | + | + |   |   |
| Прибрежница<br>одноцветковая  | + | + |   |   |
| Осока                         |   |   |   |   |
| Водяной мох                   | + | + |   |   |
| Харовые водоросли             |   | + |   | + |

## ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Изучение любого водного объекта необходимо планировать заранее. На подготовительном этапе важно определить цели и задачи 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. Необходимо помнить также об образовательной и воспитательной функциях полевых исследований и активных действий по охране природы в развитии детей и подростков, а также взрослых. Практическое применение выводов и результатов, полученных во время исследований, поможет им осознать значимость их работы и вовлечь их в экологически значимую деятельность и активную социальную жизнь.

Выбор водного объекта обычно связан с целями исследования, одними из главнейших аргументов в пользу выбора того или иного объекта является его расположение, доступность и актуальность, важность исследования.

Для предварительного анализа ситуации очень важно и полезно собрать всю доступную информацию о предполагаемом объекте исследований. Прежде всего, вам понадобится карта исследуемой территории, например, показанная на рис.10.



Рис.10 — Топографическая карта

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 местных исполнительных комитетах, куда вам стоит обратиться за помощью.

Подобранные карты и схемы необходимо перекопировать на кальку и раскопировать. На каждой копии обязательно должны быть указаны:

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

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

Информация об исследуемых объектах собирается и по печатным изданиям. 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. 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 парки, службы охраны окружающей среды). Много важной информации можно получить из личных бесед с людьми, хорошо знающими ваши места. Соберите интересные исторические сведения, легенды, сказки, в которых упоминается ваш водный объект.

По выбранным параметрам определяют методы исследования и необходимое оборудование.

При разработке программы исследования важно помнить о возрасте группы исследователей, учитывать трудность или легкость доступа к объекту и другие факторы.

Необходимо продумать обеспечение безопасности всех видов работ. Каждый из участников группы должен узнать и запомнить основные правила поведения у воды до начала исследований. Во время проведения исследований необходимо иметь при себе медицинскую аптечку.

Начальный этап работ на водном объекте — рекогносцировочное обследование, позволяющее получить предварительную картину экологического состояния. На данном этапе проводится только визуальное обследование без использования каких-либо приборов и инструментов.

Визуальное обследование объекта осуществляется для получения первоначальной общей картины экологического состояния водного объекта, для выбора пунктов наблюдения.

При выборе маршрута необходимо заранее определить предполагаемые точки сбора информации. Обычно точки обследования располагаются на расстоянии 1-3 км друг от друга, при наличии сильного загрязнения — 0,4-0,7 км, В каждой точке обследования берут 3-4 пробы на расстоянии 2-3 м друг от друга.

Обследование объекта проводится в течение 2-4 дней. Наилучшее время для работы — первая и вторая декады июня, дополнительное обследование можно проводить в начале сентября. Полевой дневник оформляется на месте работы. В него включают следующую информацию:

1. Дата наблюдения.
2. Тип и название водного объекта, координаты зоны обследования.
3. Описание прилегающей территории, тип хозяйственного использования.
4. Оценка состояния прибрежно-водной растительности (нормальное, нарушенное, деградированное).
5. Наличие и обилие высшей водной растительности (используя таблицу 4):

**Таблица 4 – Характеристика водной растительности**

| Баллы | Характеристика обилия                            |
|-------|--|
| 0     | Растительность редка, с незначительным покрытием |
| 1     | Проективное покрытие менее 5 %                   |
| 2     | Проективное покрытие 6-25 %                      |
| 3     | Проективное покрытие 26-50 %                     |
| 4     | Проективное покрытие 51-75 %                     |
| 5     | Проективное покрытие более 75 %                  |

6. Описание грунта на дне и берегу водного объекта (песчаный, илистый, глинистый).

7. Общая характеристика:

7.1 Цвет воды

7.2 Запах (присутствие / отсутствие, если есть — идентифицировать, напр., «рыбный», «гнилостный», «болотный».

7.3. Наличие / отсутствие плавающих на поверхности воды скоплений водорослей, пены.

8. Наличие / отсутствие обрастаний на подводных предметах. Описание обрастаний: цвет, форма, обилие.

9. Оценка влияния деятельности людей на экологическое состояние водоема. Для этого можно использовать опрос местных жителей, специ-

алистов промышленных и сельхозпредприятий. Необходимо зафиксировать наличие пленки нефтепродуктов, скопление мусора на берегу.

Составьте карту-схему водного объекта в зоне обследования, на который нанесите потенциально опасные участки, включающие промышленные предприятия, сельхозобъекты, склады, свалки мусора, места отдыха людей.

10. Оцените возможность охраны водоема на обследуемом участке.

### ***Первичное обследование водоохраной полосы***

При наблюдении за водным объектом важна оценка состояния *водоохраной полосы* — прилегающей к акваториям территории, на которой устанавливается специальный режим хозяйствования для предотвращения загрязнения, засорения и истощения вод, нарушения водных и прибрежных биологических комплексов.

При первичном обследовании и водоохраной полосы рекомендуется провести следующие работы:

1. На карте-схеме водного объекта необходимо отметить ключевые участки.

2. Оцените экологическое состояние ключевых участков:

2.1 Наличие мусора на водной поверхности (при отсутствии — нормальное состояние, нарушенное — при наличии бытового мусора, деградированное — при наличии бытового и строительного мусора).

2.2 Состояние береговой линии (нормальное — при отсутствии визуальных признаков нарушения береговой линии, нарушенное — если имеются разрушенные участки береговой линии, деградированное — если естественная береговая линия уничтожена).

2.3 Состояние травяного покрова (если отсутствуют визуальные нарушения — нормальное, при наличии признаков вытаптывания, выгорания — нарушенное, при развитии процессов эрозии — деградированное).

2.4 Состояние древесно-кустарниковой растительности (при отсутствии визуальные нарушения — нормальное, при наличии сломанных ветвей — нарушенное, при выявлении гибели растительности, многочисленных стволовых повреждениях — деградированное).

2.5 На карте-схеме обследуемой территории укажите размещение потенциально опасных объектов, укажите возможные пути поступления в реку загрязняющих веществ.

### ***Определение морфологических характеристик реки (по Шкаликову, 2004)***

#### ***Измерение длины реки***

Длину реки рекомендуется измерять по крупномасштабным картам (1:10000; 1:25000; 1:50000; 1:100000).

Измерение длины реки производится циркулем или курвиметром. При определении циркулем устанавливают постоянный его раствор 1 или 2 мм и периодически этот раствор проверяют. Предварительно на листе плотной бумаги прочерчивают тонкую линию длиной 30-50 мм и по этой линии несколько раз проходят циркулем, получая соответственно 30-50 отложений при регулировании микровинтом положения раствора в 1 мм.

Реку на карте разбивают на отдельные участки в соответствии с образцами извилистости. Степень извилистости каждого отрезка оценивают путем сравнения на глаз с образцами извилистости.

### **Измерение коэффициента извилистости реки ( $K_{изв.}$ )**

Коэффициент извилистости представляет собой отношение фактической длины реки или ее участка ( $L$ ) в километрах, определяемой с учетом извилистости, к длине прямолинейной линии ( $e$ ), соединяющей исток и устье или начало и конец участка:

$$K_{изв.} = \frac{L}{e}$$

На отрезках значительной извилистости река имеет широкую пойму. В таких места чаще бывают старицы. Это лучшие участки для изучения пойменных лугов. Необходимо иметь в виду, что в местах значительного меандрирования скорость течения воды уменьшается.

### **Определение уклона реки**

С увеличением уклона реки увеличивается и скорость течения воды. На участках с небольшим уклоном при слабом течении возможно значительное распространение водной растительности, сильнее меандрирование реки.

Для определения уклона реки находят высотные отметки уровня воды в реке по отдельным ее участкам. Разность высотных отметок в начале ( $H_1$ ) и в конце участка ( $H_2$ ) называется падение реки ( $H$ ). Отношение падения к длине участка ( $L$ ) дает средний уклон реки ( $i$ ) на данном участке:

$$i = \frac{H_1 - H_2}{L} = \frac{\Delta H}{L}$$

Уклон обычно выражается в виде десятичной дроби, иногда в промилле (т.е. в тысячных долях) и в процентах. Для выражения уклона в промилле дробь умножают на 1000, в процентах — на 100.

### **Описание русла реки и русловых образований**

**Ширина реки** (расстояние между урезами воды) определяется рулеткой, мерной лентой или визуально.

Ширину небольшой реки можно измерять при помощи метода шагов.

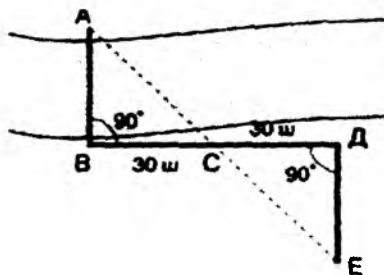


Рис. 11 – Определение ширины реки методом шагов

1. На противоположном берегу выбирается какой-либо объект А (дерево, камень и т.п.).
2. Встаньте против него (точка В), отметьте камнем или палкой эту точку и идите вдоль берега перпендикулярно линии АВ. Сделав определенное количество шагов (например, 30), отметьте рейкой точку С.
3. Пройдите еще такое же количество шагов в том же направлении и отметьте на берегу новую точку Д.
4. Теперь, двигаясь перпендикулярно линии ВД, найдите точку Е, из которой предмет А и рейка в точке С будут видны на одной прямой. Расстояние ДЕ и будет равно ширине реки (т.е. расстоянию АВ).
5. Измерьте (в метрах) длину вашего шага и умножьте ее на количество шагов, уместающихся в отрезке ДЕ. Так вы получите ширину реки в метрах.

**Глубину** (среднюю и наибольшую) следует указывать отдельно на перекатах и плесах. Измеряют глубину рейкой или лотом, описывают дно реки (подводную часть русла), определяют характер слагающих его грунтов (чаще это песок, ил), особенности рельефа (ровное, неровное, с ямами и др.).

Все измерения необходимо увязывать с отдельными ориентирами на берегу. Можно обобщить отдельные измерения, отмечая, например, пределы колебания глубины, высоты берега между отдельными населенными пунктами.

При обследовании русла следует отмечать:

- очертание русла в плане — его извилистость и разветвленность;
- русловые образования;
- проточные озера;
- скорость течения реки;
- подпор, распространение его по длине реки;
- засоренность, зарастаемость.

**Извилистость реки** (степень извилистости ее направления) и **разветвленность русла** (разделение его на рукава и протоки) определяют на карте с уточнением на конкретных участках реки.

По извилистости реки (их участки) подразделяются на относительно прямолинейные и меандрирующие. Прямолинейные реки (или их участки) почти не изменяют своего направления и имеют лишь плавные и большие излучины. Меандрирующие реки часто меняют свое направление. По характеру меандр (излучин) они могут быть умеренно-извилистыми (меандр сравнительно редки и с достаточно плавными очертаниями), извилистыми (меандры встречаются часто, но не имеют обратного расположения по отношению к направлению реки), сильно извилистыми (меандры непрерывно следуют друг за другом и многие из них с обратным направлением течения; перешейки между излучинами короткие, имеют староречья).

Для меандрирующих рек отмечают не только частоту излучин, их вид, но и размеры (длину, радиус, кривизну), протяженность перешейков между меандрами.

В отношении разветвленности выделяют русла:

- неразветвленные (острова отсутствуют или очень редки, размеры их незначительны по сравнению с шириной реки);
- умеренно-разветвленные (острова довольно часты, но длина их не превышает 3-5-кратной ширины русла; основное русло резко выделяется от рукавов своей многоводностью; последние обычно короткие и не образуют сложной водной системы);
- сильно-разветвленные (представляют сплошную систему рукавов и притоков самой разнообразной длины, ширины и глубины; некоторые из них имеют значительное протяжение и далеко отходят от основного русла; много островов и осередков, различных по очертанию).

Характеристика разветвленности русла, помимо общей ее оценки, должна включать данные об островах, рукавах, притоках, староречьях, заливах, их местоположении, размерах (длина, ширина), берегах. Для островов желательно дать сведения о рельефе поверхности, слагающих грунтах, растительности, затопляемости, а для остальных указанных образований — данные о глубинах, скоростях течения, грунтах дна, зарастаемости водной растительностью, засоренности.

Дно реки характеризуют изменяемостью его поверхности в поперечном и продольном направлениях. Определяют и слагающие его грунты.

Поверхность дна оценивается визуально: ровная — глубины плавно изменяются; неровная — глубины распространяются неравномерно; очень неровная — часты глубинные ямы, отмели, нагромождения камней, уступы и др. Случаи интенсивной деформации дна (сильные размывы или аккумуляции наносов), происходящие обычно в половодья или при прохождении паводков, отмечают особо. Путем опроса местных жителей

следует собрать сведения о том, какие участки реки наиболее подвержены этим процессам, по какой причине и как часто они бывают.

Наиболее распространенные грунты дна реки — илистые, илисто-песчаные, глинистые, песчаные, песчано-гравелистые, песчано-галечные, галечные, галечно-каменистые, каменные (камни диаметром до 0,2 м), крупно-каменистые или валунные (размеры отдельных камней более 1 м), скальные, торфянистые. Для илистых грунтов по возможности определяют мощность ила. Сведения о грунтах приводят с указанием: плес, пережат, порог.

Тип грунта следует определять по преобладающей фракции:

Валуны > 100 мм

Галька 10-100 мм

Гравий 1-10 мм

Песок 0,05-1 мм

Пыль, глина < 0,05 мм

Сложные наименования грунта, например, илисто-песчаный, песчано-галечный применяют при неоднородном его характере.

При обследовании реки желательно указывать наличие **бродов и переправ**.

При характеристике брода обязательно указывать:

а) местонахождение брода — населенный пункт или другой ориентир, имеющийся на местности;

б) длина — расстояние поперек реки (при прямом броде она равна ширине реки, при косом — больше ее);

в) ширина — протяжение по реке мелководной полосы дна, в которой возможно продвижение вброд;

г) наибольшая глубина — по поперечному, проходящему в наиболее мелководном месте через русло (в пределах ширины брода);

д) наибольшая поверхностная скорость течения — на участке брода;

е) характер и грунт дна;

ж) подъезд и спуск — удобные (берега пологие или существуют дороги к броду), неудобные (берега довольно крутые, или загромождены крупными валунами, дорог нет; возможен только подход к реке пешехода и др.).

Обязательно регистрируют все переправы, имеющиеся на реке, — мосты, паромы, лодочные переправы. Сведения о мостах включают: местонахождение, тип (конструкция), размеры (длина, ширина), грузоподъемность. При описании паромной переправы отмечают: местонахождение, тип парома (лодочный, баркасный, понтонный, паром на барже и др.), способ его передвижения (на тросу, на веслах, с помощью шестов, на буксире и др.). Лодочные переправы фиксируют только в тех случаях, когда они используются для регулярного сообщения через реку.

Наряду с мостами следует обследовать и другие сооружения на реке — понтоны, шлюзы, береговые укрепления, места спрямлений русла, сооружения для забора воды и т. д. Такие объекты должны быть не только осмотрены, но и путем опроса местных жителей и обслуживающего инженерно-технического персонала по ним следует собрать сведения о времени их сооружения, назначении, положительных или негативных последствиях, связанных с их устройством и работой. По возможности следует выявить технические данные сооружений.

При осмотре сооружения обязательно отмечают его местонахождение, важные особенности, включая эстетичность, используется (частично или полностью) или не используется оно по назначению.

### **Описание берегов реки**

**Берег реки** — надводная часть русла от уреза воды (при низком уровне — меженном) до его бровки. При описании берега необходимо отмечать его ширину, высоту (превышение его бровки над уровнем воды), слагающие грунты, характер растительности. Необходимо иметь в виду, что бровки берега, т.е. линии сопряжения берега с дном долины (поймой) или гребнем берегового вала, не всегда хорошо выражена. В таких случаях высоту берега не указывают. Отмечают, что берег пологий, бровка его не выражена. Если бровки берегов хорошо выражены, то отмечают и ширину русла, т.е. расстояние между ними.

Описание берегов реки проводят параллельно с описанием русла и русловых образований. Характер берегов отмечают по отдельным, хорошо выраженным участкам (например, между населенными пунктами, устьями впадающих рек). Указывают крутизну берега, его высоту над руслом, приводят описание растительности.

По внешнему виду хорошо выраженные склоны могут быть:

- нависшими — подошва склона выражена отчетливо;
- наклонными прямыми — более или менее равна поверхности склона пересекается с дном долины под различными углами, но подошва склона при этом ясно очерчена;
- вогнутыми — верхняя часть склона крутая, крутизна быстро убывает; подошва выражена нерезко;
- выпуклыми — верхняя часть склона сравнительно полого, ниже идет постепенное возрастание крутизны; подошва чаще выражена отчетливо;
- сложными — линии сложно изменяются в разных направлениях.

Подошвы крутых и обрывистых склонов иногда бывают закрыты нагромождениями осыпей, обвалов, искажающих их истинный профиль. По склонам могут наблюдаться также скопления материала, вынесенного впадающими в реку водостоками (конусы выноса), что следует отметить, характеризуя внешний вид склона.

По крутизне склона подразделяются на очень пологие (угол наклона к горизонтальной поверхности менее  $5^\circ$ ), пологие ( $5-10^\circ$ ), умеренно крутые ( $10-20^\circ$ ), крутые ( $20-45^\circ$ ), очень крутые ( $4-60^\circ$ ), близкие к отвесным (более  $60^\circ$ ), почти отвесные (около  $90^\circ$ ) и отвесные ( $90^\circ$ ).

Высоту склона определяют визуально, уточняя по горизонталям на крупномасштабной карте.

### **Описание водоема**

Начните исследование с изучения карты территории, где расположен водоем. Сделайте привязку водоема к местности, т. е. укажите, на территории какого административного района он находится, вблизи каких населенных пунктов 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..

Выполняя съемку плана водоема обходом по берегу, 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. В нескольких точках, там, где хорошо выражена крутизна берега, желательно выполнить нивелирование склона и определить, чем сложен берег.

Опишите характер растительности на прилегающей к водоему территории, укажите особенности флоры и фауны. 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.

Представление о размерах водоема дают площадь, 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. *Наибольшая ширина ( $B$ )* — это длина отрезка перпендикулярного длине в самом широком месте водоема, от берега до берега.

*Средняя ширина* ( $b_{cp}$ ) определяется из отношения площади водоема к его длине ( $S/L$ ).

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.

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.

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 кольшков.

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

### **Измерение глубин водоема**

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.

Глубины на озерах и прудах определяют прямыми измерениями с лодки с помощью промерной рейки. 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.

**Измерение температуры воды в водоеме** важно проводить 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 навстречу. 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.

**Исследование родников** проводят по следующему плану:

1. местонахождение;
2. связь родника с геологическим строением местности;
3. дебит;
4. режим по сезонам года;
5. качество воды (цвет, вкус, жесткость);
6. температура.

Дебит родника определяют при помощи 10-литрового ведра. Ручей от родника раскапывают таким образом, чтобы можно было поставить ведро. После этого замеряют время, необходимое для полного его заполнения. После этого рассчитывают расход в секунду, час, сутки.

Режим родника определяют после дождей, весной, в середине лета и осенью. Качество воды определяется через взятие проб, температуру — термометром.

### **Исследование болота**

Изучение болота включает ответы на следующие вопросы:

1. Название болота.
2. Как оно образовалось?
3. Проходимо ли болото?
4. Цвет, прозрачность и температура воды в болоте.
5. Имеется ли сток из болота?
6. Глубина от поверхности болота до твердого грунта.

7. Соберите образцы болотной растительности для гербария.

8. Покажите на карте местоположение болота.

Перед выходом на болотную сплавину каждому исследователю необходимо изготовить надежный прямой шест высотой около 2 м. Передвигаться лучше только по кочкам или по грядам. На них провалиться нельзя: они упруги, а вода находится на глубине около 30 см ниже поверхности мохового покрова. У мочажин вода стоит возле самой поверхности, поэтому к ним лучше близко не подходить. В отличие от всех других ландшафтов, по болоту рекомендуется идти не след в след, а развернутой цепью.

На болотном массиве исследуют следующие его характеристики:

**Влажность среды** — один из основных факторов болотной экосистемы — составляет 90–95%. Такие условия оптимальны для более или менее обычных на болотах растений-гигрофитов (мхов, некоторых видов осок).

**Температура.** Вода обладает уникальными термодинамическими свойствами, способствующими уменьшению температурных изменений. Это — высокая удельная теплоемкость, высокая теплота парообразования, изменение плотности воды в зависимости от температуры. Поэтому температура и некоторые другие физические параметры водной среды изменяются медленнее и в меньшем диапазоне, чем газообразной (например, воздуха). За летние месяцы болото плохо прогревается солнцем. Надземные части растений сильно нагреваются, а корни остаются в более прохладной среде. Из-за низкой теплопроводности выравнивание температур между верхними и нижними слоями торфа происходит медленно.

Измерения проводят с помощью лабораторного термометра на поверхности мохового ковра, на глубинах 3–4 см и 10–12 см от поверхности. Подобные измерения делают на нескольких пробных площадках.

**Кислотность.** В верховых болотах кислотность сильно повышена (рН 3,0–4,5). Сфагновые мхи выделяют большое количество водорастворимых органических кислот (яблочную, щавелевую, янтарную) и кислых фенольных соединений (флавоноиды, гликозиды, агликоны флавоноидов, сфагнол). Органические кислоты, взаимодействуя с минеральными веществами почвы, образуют соли органических кислот, которыми и питаются сфагнумы. Таким образом, сфагнумам присуща внеклеточная биохимическая деятельность. А значит, они способны выделять специальные ферменты во внешнюю среду. Физиологически активные вещества, выделяемые сфагнумами, могут оказывать токсическое действие на семена и всходы древесных пород, а также на микроорганизмы. Об этих антисептических свойствах сфагнумов мы расскажем ниже.

Значение рН водного раствора определяют с помощью индикаторных тестовых полосок. Для этого:

а) ополаскивают пробирку несколько раз водой, которую вы собираетесь исследовать на кислотность;

- б) наполняют пробирку анализируемым раствором;
- в) погружают тестовую полоску на 1–2 с в анализируемый раствор таким образом, чтобы все четыре зоны находились в растворе;
- г) вынимают тестовую полоску из раствора и в течение 1–10 мин следите за изменением окраски 4-х окрашенных зон;
- д) сравнивают развившуюся окраску с показателями цветной шкалы.

Определение pH почвенного раствора проведите на нескольких пробных площадках размером 1x1 м с разной растительностью.

На геоботаническом этапе исследования болота на этих площадках можно определить видовой состав растительности и соотнести его со значениями pH.

Болото — отличная модель для преподавания биологии, экологии. Они представляют огромный интерес как природная экосистема.

В ходе посещения болота можно выполнить следующие задания:

**Задание 1.** Построить схему ярусов болотного массива.

Обычно в нижнем ярусе верхового болота господствуют сфагновые мхи, на грядах и кочках к ним добавляются разные виды политрихума (кукушкин лен). В среднем ярусе произрастают в основном кустарнички семейств брусничных и вересковых, а также осоки и пушицы. В верхнем ярусе встречаются только низкорослые сосны и березы. На грядах растительность располагается тремя ярусами, а в мочажинах и понижениях — двумя.

**Задание 2.** Соберите коллекцию растений сфагнума разных окрасок и сфотографируйте ее.

Сфагновые мхи произрастают в различных условиях. Обитатели относительно сухих участков верховых болот отличаются более яркой окраской: *Sphagnum fuscum* — ржаво-коричневый, *S. magellanicum* — красный или розовый, *S. rubellum* — пурпурно-красный. Виды, живущие на более влажных участках — *S. balticum*, *S. majus* или *S. cuspidatum*, — обычно светло-зеленые или буроватые.

Отдельные виды сфагнумов различаются по комплексу признаков: форме листочков, количеству и расположению пор в гиалиновых клетках. Все эти видовые различия можно увидеть только при увеличении с помощью микроскопа.

**Задание 3.** Извлеките аккуратно из толщи мха отдельный стебель и измерьте его длину с помощью линейки. Сделайте вывод о длине единичного растения сфагнового мха.

Сфагнумы не имеют корней. Только верхняя часть остается растущей, а нижняя постоянно отмирает, пополняя кладовую торфа. Благодаря уникальной способности сфагнумов к неограниченному верхушечному росту возраст растения может составлять несколько сотен лет, а длина тяжа — 0,5 м.

**Задание 4.** Изучите особенности строения листьев болотных растений. Объясните эти особенности.

Большинство растений болот имеет ксероморфное строение. Оно выражено особенно хорошо в строении листьев: кожистые листья с восковым налетом, волосистое или войлочное опушение с нижней стороны листьев у кустарничков клюквы, подбела, багульника, кассандры, и опушенные, узко свернутые листья у трав. Чтобы уменьшить испарение, устьица глубоко погружены в мякоть листа, покрыты восковым налетом (у подбела), войлочным опушением (у багульника), чешуйками (у болотного мирта) или защищены сомкнутыми в трубочку краями листа (у вереска).

Биологи предлагают четыре объяснения таким фактам.

Растения не могут поглощать эту воду быстро: уж очень она холодна.

Уровень основной части воды расположен слишком низко, а та вода, что могла бы быть доступна корням ксероморфных видов, на 60–75% уже впитана гиалиновыми клетками сфагнумов.

Растения болот сильно освещаются и нагреваются, а потому и нуждаются в защите от солнца не меньше, чем растения сухих субтропиков и пустынь.

В воде болот почти нет минерального питания, поэтому и фотосинтез у этих растений слаб, следовательно, воду эти растения почти не потребляют.

Не исключено, что ксероморфность — результат адаптации к общему действию абиотических факторов болотной экосистемы.

**Задание 5.** Определите визуально высоту сосны, растущей на болоте, и подсчитайте возраст по мутовкам на стеблях. Сравните возраст и высоту растений на более сухих и более влажных участках гряды.

Сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* является одним из наиболее распространенных представителей древесного яруса на болоте. Однако ее рост подавлен обилием воды, малым количеством элементов минерального питания и обеднением торфа кислородом. Растущие на болотах сосны отличаются от сухолюбивых своим строением. У них короче хвоя, в которой больше смоляных ходов, мельче шишки и семена, другая форма ствола. Древесина их плотная, поэтому долго не разрушается, годовые кольца тонкие, а рост стебля в высоту происходит очень медленно.

Задания можно выполнять в группах с последующим их обсуждением на привале или во время учебного занятия в аудитории.

Для проверки знаний, полученных во время экскурсии на болото, можно использовать следующие задания.

1. Докажите, что болото является экосистемой.
2. Составьте характеристику болота как экосистемы по плану: особенности почвы, водный режим, особенности растительного и животного мира.

3. По каким признакам можно отличить разные типы болот?
4. На примерах покажите приспособленность растений к абиотическим факторам болота.
5. Составьте схему пищевой сети обитателей верхового болота.
6. Какова роль болот в регулировании гидрологического режима ландшафта?
7. Какова роль болот в сохранении биологического и ландшафтного разнообразия биосферы.
8. Как используется болото человеком?
9. Какие ягодные растения произрастают на болоте?
10. Какие лекарственные растения произрастают на болоте?
11. Почему при осушении болот снижается уровень грунтовых вод?
12. Какие из обитающих на болоте видов растений и животных занесены в Красную книгу Республики Беларусь?
13. Как вы понимаете высказывание о том, что болото является глобальным аккумулятором углерода?
14. Каким образом исчезновение болот может способствовать возникновению парникового эффекта?

## **СПОСОБЫ, МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОХРАНЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

### ***Расчистка родника***

Восстановить и обогатить родники можно достаточно простыми способами. Прежде всего посадкой деревьев и посевом трав вокруг родников и в зоне их питания, восстановлением ранее нарушенной поверхности земли, даже просто огораживанием забором или зеленой изгородью мест выхода. Сохранность и чистота родников во многом зависит и от их своевременного и грамотного инженерного обустройства — сооружения водозаборов (каптажей) и отводящих труб или лотков.

Для устройства водоприемников простейшего типа вырывается небольшой котлован или траншея в месте выхода источника или чуть выше по склону. В котловане из камня или кирпича без раствора выкладывается водоприемная камера. Ее дно устилают слоем гравия. Вода из камеры отводится по трубе на некоторое расстояние ниже по склону. Сверху камера защищается водонепроницаемым слоем из глины (рис.12).

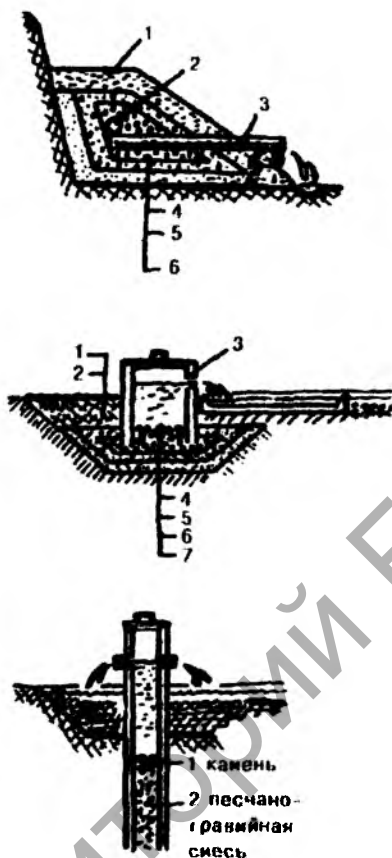


Рис.12 — Устройство водоприемника на роднике:  
 1 - пористый грунт; 2 - дренажная труба; 3 - отводящая труба; 4 - щебень; 5 - песчано-гравийная смесь; 6 - песок;  
 1 - камень; 2 - глина; 3 - труба; 4 - камень; 5 - щебень; 6 - песчано-гравийная смесь; 7 - песок.

Расчистка заиленных родников является более сложной. Сначала нужно отвести воду, чтобы не мешала земляным работам. Затем расчистить родник, выкопав ручную яму глубиной 1-1,5 метра и диаметром 2-3 метра. Если же подземная вода выбивается на поверхность рассеянно — на площадке в несколько метров, то копают канаву. Откосы ямы или канавы покрывают так называемым обратным фильтром, т.е. сначала кладут слой песка, а потом более крупный фильтрующий материал — гравий и щебень. На него устанавливают железобетонное кольцо-колодец, деревянный сруб или просто плетеную корзину. На дно колодца для пригрузки фильтра укладывают слой камня-булыжника. Вокруг колодца помещают слой глины, ее хорошо утрамбовывают. Нельзя изменять русло родника, нарушать его выход.

Для глубоких, водообильных родников после расчистки оплывшей земли в грунт забивают металлическую трубу длиной 2-3 метра, диаметром 25-30 сантиметров.

В нижней части трубы должны быть прорезы — перфорации. Грунт из трубы выбирают, а перфорированную часть засыпают песчано-гравийной смесью и делают пригрузку из более крупных камней.

У сливного отверстия можно положить деревянную колоду, подступы замостить. Родник желательно обсадить ивами, поставить скамейку.

Многие родники засыпаны мусором. Попытайтесь их отыскать, определите, что нужно сделать для их возрождения. Мусор погрузите на тележку и отвезите на свалку. Окопайте землю вокруг родника, снимите накопившуюся грязь. Чтобы к источнику было удобно подойти, обложите его мытыми крупными камнями.

Каптажными сооружениями и подходами к ним в настоящее время обустроено более чем 40 родников в Брестской области. Каптажи представлены, в основном, деревянным срубом или бетонными кольцами. Образцом обустройства родников являются родники в деревнях Запруды Кобринского, Шумаки Брестского, Рудка, Дубой Пинского, Верчицы Пружанского, Псыцьево Ивановского, Смоляница Пружанского, Вижное, Тумин Каменецкого районов.

### **Очистка рек**

Особенное внимание уделяется водоохраным зонам. От них во многом зависит жизнь реки. Ширина водоохранной зоны может быть разной, от 20 до 100 метров, в зависимости от протяженности реки.

В водоохраных зонах запрещается: регулярная распашка берегов и выращивание сельскохозяйственных культур (особенно пропашных: сахарная свекла, кукуруза и др.); выпас скота и устройство летних лагерей для крупного рогатого скота; хранение и применение ядохимикатов и минеральных удобрений; открытие карьеров; организация свалок; размещение хмельников; строительство баз отдыха, разбивка палаток, заезд и стоянка автомобилей; корчевка кустарников и мелколесья почвозащитного назначения.



Рис. 13 — Аншлаг водоохранной зоны озера Домашевичского

В водоохраных зонах высаживаются деревья и сеются многолетние травы.

Устанавливаются водоохранные знаки, на которых указывается ширина водоохранной зоны и дается перечень запрещенных и разрешенных в зоне работ.

Для обследования водоохранных зон малых рек проводятся экспедиции. Рейды по проверке водоохранных зон малых рек и применению минеральных удобрений и ядохимикатов лучше делать весной, в период весенней обработки почвы (до посева). В конце лета, в начале осени (до уборки урожая) можно провести повторные рейды в местах, где были обнаружены нарушения, в местах, где возможны нарушения.

### **Борьба с оврагами**

Одна из главных причин заиления рек — овраги. Овраг можно укрепить плетневыми запрудами. При их установке поперек русла оврага копается траншея шириной полметра, глубиной 30 сантиметров, которая врезается в берега размыва.



Рис. 14 — Укрепление оврага кольями вербы и тополя:  
а - колья ивы и тополя, б - земля.

В дно траншеи вставляются ивовые колья и переплетаются плотно прутьями. Высота каждой из запруд — не более метра. Расстояние между ними такое, чтобы верх нижней запруды был на одном уровне с низом верхней. Откосы оврагов обсаживают деревьями. Весной это делается, когда земля в оврагах оттаяла и пройдет вода, осенью — ближе к зиме, после сильных осенних дождей. Глубина ямок до 30 сантиметров. Чтобы в овраг попадало как можно меньше воды, ее нужно распылить. Для этого в зоне водосбора оврага через каждые 50 метров делаются прокопы, отводящие струи воды в разные стороны. Оставшись без мощного потока, овраг прекращает расти.

### **Залесение берегов реки**

В местах первичной концентрации поверхностных стоков — на склонах водосборов, берегах водоемов и водотоков в водоохранном отношении наиболее эффективными являются защитные насаждения кустарников

и деревьев. Кроме того, корни растений извлекают из воды нитраты и другие соли, тем самым очищая ее. Деревья не дают берегам обваливаться, предотвращают русла рек от заиления, задерживают стоки с различными удобрениями и ядохимикатами с окружающих полей. Деревья помогают речке.

Наиболее подходящие породы для облесения берегов рек — растения рода Ива.

Существует два способа посадки кольев и черенков вдоль рек (Орловский, 1983). Один из них годится для высоких берегов, не затапливаемых паводками. В этом случае длина черенков — 25-35 сантиметров, толщина — 0,8-1,5 сантиметра. Длина кольев — 1-2 метра.

Нарезают черенки и колья до начала сокодвижения. Черенки сажают на глубину до 30 сантиметров в лунки, подготовленные железным прутом соответствующего диаметра. Колья из тополей и ив вставляют в ямы, сделанные ломом на глубину до 60 сантиметров. Забивать колья в землю нельзя, можно повредить кору. Обязательно надо помнить, что первые 2-3 года нужно ухаживать за посадками, оберегать от скота, пропалывать от сорняков, рыхлить и, по возможности, поливать почву.

Однако обсадка берегов деревьями не всегда достигает цели, потому что весенняя вода или лед в половодье подмывают берега, ломают саженцы, и все это падает в речку. Специалисты заметили, что колья тополя или ивы могут укорениться и давать ветки не только, когда посажены в землю вертикально или прикопаны горизонтально, но будут расти, когда прикопаны под наклоном. Второй способ обсадки берегов и состоит в том, что колья тополя и ивы длиной 5-6 метров кладут на прибрежную землю так, чтобы одни их концы были наравне с водой или сразу над уровнем воды, а другие доходили до верха берегового склона. Развиваясь, они создают богатую корневую систему и выпускают много поросли. Перепутанные во всех направлениях корни такой посадки создают живой матрац, очень стойкий против быстрого течения.

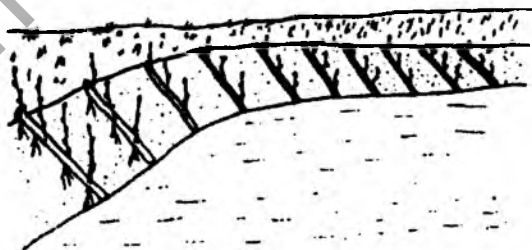


Рис. 15 — Укрепление берегов речки при помощи наклонно прикопанных кольев ивы

Густая поросль от кольев покрывает береговой склон до самой воды. Если нижнюю часть поросли вырубят, или ее поломают лед, верхние ветки

поддерживают жизнь этой корневой системы через тот самый кол, что вы, ребята, присыпали землей. Эти колья в земле продолжают жить и гонят соки снизу вверх по всей системе.

Широкое применение такого способа предполагает использование большого количества ивовых кольев (на один километр берега — 1 тыс. штук), по возможности тонких, ровных, с зеленой непотресканной корой для лучшего прорастания и укоренения. Колья прикалываются к берегу на расстоянии один метр друг от друга, параллельно один к другому, перпендикулярно к течению реки. Помещают колья в неглубокие выкопанные канавки, закрепляют деревянными крючьями, а затем все забрасывают землей.

### **Восстановление прудов**

Эксплуатация прилегающей к пруду территории, помимо традиционных работ по уходу за зелеными насаждениями, поддержанию комфортных условий для повседневного отдыха у воды, включает ряд мероприятий по предохранению пруда от быстрого заиления. Особенно тщательный уход необходим за прибрежной территорией в полосе до 50 м от берега самого пруда. Он предусматривает предотвращение попадания мусора, органических остатков, твердых частиц вместе с поверхностным стоком воды в пруд. Поддержание густого травяного покрова на прилегающих к берегу склонах — прекрасный способ борьбы с эрозионными и делювиальными процессами и, как результат — предупреждение заиления пруда, его обмеления и зарастания.

Восстановление малых водоемов имеет большое значение:

эстетическое, улучшает городской ландшафт, дополняет его естественными элементами;

рекреационное, благотворно влияет на физическое и психическое состояние населения. Появляются места для культурного организованного отдыха, что, в свою очередь, снижает затраты населения на загородные прогулки;

экологическое, восстанавливается естественная природная среда, нарушенная градостроительной деятельностью, а также жизнедеятельностью населения;

геоэкологическое, изменяется в сторону естественного режим грунтовых вод и почвогрунтов в прибрежных зонах влияния водоема.

Важная технология обеспечения первичной очистки и аэрации водных потоков (питающих водоем ручьев) — применение биоплощадок (гидробиоплато), обеспечивающих очистку поступающего стока. Конструкции сооружений представляют собой барраж с устройством в центральной части. Барраж может быть выполнен в виде подпорной стенки из габионов. В верхнем бьефе сооружения формируется мелководная зона с высадкой макрофитов, основная функция которой производить очистку поверхностных стоков. Учитывая фильтрационные свойства габионов,

в верхнем бьефе для удержания расчетных уровней на примыкании к стенке, обычно выполняется суглинистый замок. Верхняя часть габионов для придания сооружению естественного природного вида озеленяется путем вкатывания грунта с посевом трав.

Основная технология очищения загрязненных стоков с использованием гидробиоплато заключается в создании и культивировании гидробиосистемы, предназначенной для биологического очищения стоков от нефтепродуктов, соединений тяжелых металлов и органики.

Гидробиосистема создается посадкой в биопруды местного посевного материала — макрофитов, наиболее подходящих для решения задач очищения, и культивируется при оптимальных условиях существования растительного сообщества, регулярном удалении зрелой и отмершей биомассы из биопрудов.

Очищению воды от нефтепродуктов способствуют механическая задержка нефтяной пленки стеблями растений и выделение растениями стимуляторов роста — углеводородокисляющих микроорганизмов. Основным очищающим агентом является перифитон — пленка обрастаний, развивающаяся на подводной части растений и обеспечивающая деструкцию нефтяных загрязнений. Очищение воды от нефтепродуктов и других органических веществ осуществляется путем их окисления микрофлорой, содержащейся в перифитоне.

Экологическая реабилитация прибрежной полосы пруда сохраняет его природные элементы и создает благоприятные условия для восстановления растительности, снижает рекреационные нагрузки. Для этого проведены работы по рекультивации, благоустройству и дополнительному озеленению практически по всему периметру пруда, а также частично на тех участках, где имеющаяся растительность сохранила признаки природного ландшафта. Снижение рекреационных нагрузок на берегах достигнуто посредством упорядочения сети и закрепления ее кустарниковой двухрядной изгородью и биогруппами, состоящими из деревьев, оконтуренных полосой загущенных кустарников.

### **Восстановление болот**

Самый эффективный способ восстановления болотных массивов — прекращение негативного воздействия на него. Практика показывает, что бывшие торфоразработки, созданные на месте болот, начинают процесс заболачивания и переход к первоначальному состоянию на протяжении 15-25 лет.

Кроме того, существуют разнообразные и достаточно эффективные методы активного восстановления болот, например, через *снижение или прекращение стока воды*. Такой опыт накоплен в западноевропейских странах. Специалистами из Шотландии, Нидерландов, Швеции и некоторых других стран описаны различные методы перегораживания заболоченных мелиоративных каналов с использованием как природных

стройматериалов (кольев, бревен и т. п.), так и строительных материалов промышленного производства (пластиковые, металлические и фанерные щиты, обструганные доски и т. п.).



Рис. 16 — Пример плотины на водосбросной канаве (по А. Мищенко)

Подъем воды в канавах не является самоцелью. Конечным итогом работы должно быть полное зарастание канав и восстановление гидрорежима болота, увеличение продуктивности ягодников и восстановление популяций типичных обитателей болот. Для этого требуется длительное время, поэтому плотины должны быть долговечными и служить помногу лет, вплоть до блокирования водотока в канавах восстанавливающейся болотной растительностью (прежде всего сфагновыми мхами). Так как поднимавшаяся в канаве вода требует выхода, то большинство плотин должны иметь сбросной водослив или шлюз. Но при их проектировании нужно помнить, что водосливы не должны быть глубокими.

В работе А. Мищенко приводятся следующие рекомендации.

При постройке плотин избегайте:

- больших растительных кочек (при установке плотин из металлических или пластиковых щитов): их трудно вырезать лопатой;
- корней и коряг, находящихся на дне канав, под водой или в толще уплотненного торфа;
- деревьев: их корни трудно вырезать, и они могут также образовать «трубопровод» для утечки воды;
- понижений или возвышений микрорельефа вдоль профиля канавы и очевидных водостоков, выходящих из канавы;
- треснувших, окислившихся и подвергшихся эрозии торфяных берегов. Вода, которая задерживается позади плотины, может скоро найти путь сквозь такие трещины и пойти в обход плотины. Особенно избегайте трещин, идущих параллельно канаве. Эти трещины могут действовать как очень эффективный дренаж;

- концентрации больших групп людей вокруг места конструкции — торф быстро утрамбуется, и это может привести к возможному повреждению плотины.

При забивании в торф досок, металлических или пластиковых щитов следует использовать тяжелую кувалду с деревянным, пластиковым или резиновым набалдашником. При сооружении плотин любых типов рекомендуется настелить рядом поперек канавы временные мостки из жердей. На них удобно стоять, забивая в торф доски или листы. После окончания постройки плотины эти мостки следует разобрать и перенести в другое место, сделав из них переход через канаву. В противном случае люди, посещающие болото, начнут использовать плотину в качестве перехода. Оставлять мостки рядом с плотиной нельзя, т.к. регулярный проход людей рядом с ней неизбежно приведет к эрозии и размыванию торфа, и, как следствие — к разрушению плотины. Исключение может быть сделано только для плотин, расположенных рядом с учебной тропой на особо охраняемой природной территории и используемых в процессе экологического просвещения.

Поскольку для строительства плотины (даже из промышленных деревянных материалов) требуется спилить несколько небольших живых деревьев, следует заранее получить разрешение на такую работу в лесхозе, на территории которого проводится работа. В случае строительства плотин на территории заказника или другой ООПТ, нужно согласовать работу с дирекцией ООПТ, а если таковой нет, то с региональной Инспекцией природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Как показывает практика реализации природоохранного проекта на болоте «Ельня» (Витебская область), уже через небольшой период времени начинается подъем уровня воды и, как следствие, восстановление почвообразовательных процессов, стабилизация экологических факторов и условий жизни болотных обитателей. Данные проекты реализовывало ОО «Ахова птушак Бацькаўшчыны». После проведения экологической экспертизы специалисты предложили перекрыть 17 мелиоративных каналов, отводящих воду из болота. Работы по строительству дамб были завершены к июлю 2002 года. В результате перекрытия осушительных канав уровень воды в периферийной части заказника поднялся на 50–120 см. Ближайшая и наиболее важная задача, которая решена в результате проекта — полное прекращение пожаров на болоте Ельня. В настоящее время в Беларуси на высшем уровне признано, что единственный эффективный метод борьбы с торфяными пожарами — повторное заболачивание осушенных болот. В будущем ожидается приближение гидрологического режима болота к естественному и постепенное восстановление растительных и животных сообществ уникального болотного массива.

# **РОЛЬ ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ЛИЧНОСТИ И РЕШЕНИИ ЛОКАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ПРИРОДООХРАННЫХ АКЦИЙ.**

В период обострения антропоэкологического конфликта важной задачей образования становится развитие ответственного отношения личности к природе, что представляет собой динамический, многоступенчатый и целенаправленный адаптационный процесс. Каждая новая ступень данного процесса связана с раскрытием сущности одного из целостной системы нравственно-экологических и социально-экономических понятий (бережливость, рачительность, рациональность, ответственность). Раскрытие сущности этих понятий должно увязываться с последовательным формированием адекватных этим понятиям личностных качеств. При этом особую значимость приобретают задачи обогащения социального опыта взаимодействия личности с социально-экономической и природной средой.

Отличительной чертой экологического образования как одного из элементов системы образования является объединение методов формального и неформального обучения.

Эффективным способом просвещения широких слоев населения, обеспечивающих прежде всего формирование экологоцелесообразного поведения, может быть деятельность локальных экологических групп с различным юридическим статусом и практической направленностью.

Целью неформального экологического образования и воспитания является формирование экологического сознания различных групп населения и пропаганда активной социальной позиции в области экологической политики. А достижение этой цели возможно на основе:

- развития системы распространения актуальных экологических знаний;
- преемственности и взаимосвязи экологического формального и неформального образования;
- поиска новых эффективных форм пропаганды знаний в области окружающей природной среды.

Структуры неформального экологического образования в большей степени по сравнению с официальной (государственной) школой учитывают и отражают в своей деятельности локальные и региональные экологические проблемы и в силу несвязанности с официальными концепциями и нормативными актами характеризуются большей степенью программной активности.

Республиканская программа совершенствования образования в области окружающей среды (1999) отмечает, что общественные объединения (ОО) являются одним из обязательных элементов национальной

системы образования Республики Беларусь наравне с учреждениями дополнительного образования, СМИ.

Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» (2002) говорит, что распространение знаний в области охраны окружающей среды осуществляется в том числе и общественными объединениями.

Общественные объединения, осуществляющие свою деятельность в области охраны окружающей среды в соответствии с Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» имеют, в частности, право:

- участвовать в разработке программ, мероприятий в области охраны окружающей среды и способствовать их выполнению;
- способствовать повышению экологической культуры;
- проводить общественную экологическую экспертизу;
- принимать участие в подготовке и обсуждении материалов по оценке воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности;
- привлекать граждан с их согласия к деятельности в области охраны окружающей среды;
- выполнять за счет средств общественных организаций работы по улучшению состояния окружающей среды и воспроизводству природных ресурсов;
- оказывать содействие территориальным органам Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь в выявлении нарушений законодательства Республики Беларусь об охране окружающей среды.

Общественные объединения, осуществляющие свою деятельность в области охраны окружающей среды, проводят работу по пропаганде и воспитанию у граждан бережного отношения к природе.

Экологическое образование и воспитание является одним из направлений работы международного ОО «Экосфера» (город Минск). В частности, в августе 2002 года МОО «Экосфера» провело экологический фольклорно-образовательный тур «Днепр: прошлое и будущее». В нем принимали участие в том числе и студенты Международного экологического университета им. А. Д. Сахарова, Белгосуниверситета, БГЭУ, которые выступали с лекциями перед жителями городов Могилевской области, проводили полевые исследования водных и прибрежных биокomплексов.

Главной целью республиканского ОО «Ахова птушак Бацькаўшчыны» является сохранение биологического разнообразия через охрану птиц и мест их проживания. Для экологического образования объединение проводит ежемесячные орнитологические лекции, лагерь по кольцеванию птиц, проводит национальные кампании с участием широкой общественности. Объединение участвовало в разработке планов управления для

ключевых осоковых болот Полесья, в восстановлении гидрологического режима заказника «Ельня», инвентаризации водно-болотных угодий Беларуси и других экосистемных проектах.

Основными задачами эколого-краеведческого ОО «Неруш» (город Барановичи) является содействие в изучении состояния окружающей среды, расширение краеведческих исследований, популяризация экологических, эколого-правовых и краеведческих знаний. В 1999 году объединение совместно с высшим педколледжем и СШ №14 города Барановичи провело региональный научно-методический семинар «Современное экологическое образование: проблемы и перспективы». В проектах и программах объединения, например, «Чистая Щара», «Душа природы и народа. Мемориальные парки района», «Экоконсумеризм», участвуют в том числе и студенты учебных заведений города.

ЭКОО «Неруш» является участником глобальной кампании Clean up the World («Сделаем Землю чистой»). Эта кампания была инициирована в 1993 году в Австралии Ианом Керноном. Ее основной целью является объединение усилий общественности, государственных и бизнес-структур для решения локальных экологических проблем. В настоящее время акции в рамках глобальной кампании организуются и проходят в более чем 120 странах мира. В Беларуси кампания Clean up the World в третьи выходные сентября проводится под девизом «Чыста хата — чыста Беларусь».



Рис. 17 — Акция по очистке берегов озера Светиловского, г. Барановичи

Основным содержанием акций Clean up the World является возвращение в естественное состояние нарушенных территорий, уменьшение количества отходов и формирование экологической культуры граждан. Это достигается проведением конкретных природоохранных акций, организацией информационных и просветительских мероприятий — лекций, семинаров, тренингов, круглых столов, публикаций в СМИ, организацией пилотных проектов по переработке отходов и т.д.

Кампания Clean up the World не ограничивается действиями только в сентябрьские дни. Процесс организации для успеха акции должен начинаться с начала года, с момента регистрации локальной инициативы в головном офисе Clean up the World Pty Ltd. в Австралии (почтой, через Интернет).

Ежегодные локальные, национальные и глобальные кампании имеют определенный девиз. Например, в 2002 году польская акция, организованная Фондом «Наша Земля», проходила под девизом «Меньше мусора — больше переработки». В 2004 году глобальный девиз — «Защитим моря и океаны». Для Беларуси в 2005 году использовался девиз «Вода жизни. Защитим наши реки и озера».

Для организационного обеспечения акции создается координационный комитет или штаб акции, который:

- обеспечивает взаимодействие с представителями государственной власти, руководителями предприятий;
- привлекает к акции волонтеров;
- находит спонсоров, которые могут обеспечить ресурсами проведение акции;
- устанавливает контакты со средствами массовой информации для освещения хода кампании.

Осуществление акций в рамках глобальной кампании Clean up the World, как показывает опыт практического осуществления, зависит от ряда особенностей. Успех акции зависит от хорошего планирования в соответствии с местными условиями. Необходимо сотрудничество с местными властями, с должностными лицами, ответственными за поддержание порядка в городах и селах. Координационным комитетам необходимо выбирать объем работы в соответствии со своими силами. Необходимо заранее предусмотреть все возможные варианты хода акции, в т.ч. обеспечения безопасности участников, обеспечение их спецодеждой, вывоза собранного мусора и т.д.

# ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ И ОХРАНЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

## **Общие правила**

1. При работе на воде возможны мелкие травмы — порезы, ушибы, а также солнечные удары в жаркую погоду. В случае необходимости надо уметь оказать первую медицинскую помощь, для этого под рукой всегда должна быть аптечка с самым необходимым.
2. Не занимайтесь полевыми исследованиями в одиночестве — не давайте непредвиденным опасностям ни одного шанса нарушить ваши планы!
3. Всегда оставайтесь в видимости других членов группы или хотя бы в пределах слышимости.
4. Заранее, до выхода на исследования, предусмотрите защиту от кровососущих насекомых (клещей, комаров).
5. Заканчивайте работу на маршруте и возвращайтесь в лагерь до наступления темноты.
6. Если маршрут по каким-то причинам нужно изменить, все члены группы должны быть об этом проинформированы.

## **Правила при работе у глубокой воды**

1. Если есть спасательные жилеты, то их нужно одеть, или хотя бы иметь под рукой спасательные круги на случай чрезвычайного происшествия.
2. Ни в коем случае нельзя работать на воде во время грозы!
3. При работе в лодке:
  - не садитесь в лодку, не надев спасательный жилет или круг;
  - садитесь в лодку не один, а при помощи кого-нибудь, иначе можно ее перевернуть;
  - не плавайте в лодке в одиночестве;
  - прежде, чем отойти в лодке от берега, необходимо проверить, не течет ли она, есть ли в ней спасательные средства на всех (круги, жилеты) и ведро для вычерпывания воды;
  - нельзя вставать в лодке во время работы резко или одновременно с кем-нибудь, особенно у одного борта, так как это может раскатать и опрокинуть лодку;

- если людям в лодке надо поменяться местами, то сначала только один человек должен перейти с носа на корму и сесть рядом со вторым, и только затем второй может подняться и осторожно перейти на нос лодки.

4. Измерять глубину водоема с лодки можно только тем, кто хорошо умеет плавать, и только при участии взрослых.

5. Нельзя работать и передвигаться в лодке при ветре свыше 4 баллов, при наличии ледохода, в тумане, в темное время суток.

6. При отдаче якоря необходимо направить лодку носом против течения и обеспечить ее равновесие.

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

### ***Правила безопасности в речных долинах, оврагах, заболоченных местностях***

1. При работе в речных долинах и оврагах с крутыми обрывистыми склонами движение должно производиться очень осторожно, особенно весной после сильных дождей, чтобы избежать опасности обвала, оплыва, падения камней и деревьев.

2. Не ходите вблизи кромки берегового обрыва.

3. При передвижении по долинам рек, особенно в устьях протоков со спокойным течением, и при переправах вброд через них следует остерегаться топкого дна, зыбунов и засасывающих илов.

4. Передвижение по немного заболоченной местности без проторенных дорог нужно проводиться с интервалом между людьми не менее 2-3 м и с обязательным применением шестов, охранных веревок и др.

5. «Окна» на заболоченной местности, покрытые яркой сочной зеленью, следует обходить. Остерегайтесь скрытых под водой и травой пней, коряг и камней.

6. Провалившегося в воду нужно сразу вытаскивать с помощью шеста, веревки

## ГЛОССАРИЙ

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Болото                            | избыточно увлажненные участки земной поверхности, заросшие влаголюбивыми растениями.   |
| Водный объект                     | сосредоточение природных вод на поверхности суши либо в горных породах, имеющее характерные формы распространения и черты режима. К поверхностным в.о. относятся реки, озера, водохранилища, пруды, каналы, родники. |
| Водоворот (суводь)                | вихревое движение воды с вертикальной осью, возникающее в местах резкого изменения скорости водного потока (при обтекании потоком резких уступов берега, ниже плотины, в конце сужений русла и др.)                  |
| Водоем                            | поверхностный водный объект в углублении суши, характеризующийся замедленным движением воды или полным его отсутствием (озеро, водохранилище, пруд)  |
| Водопад                           | падение воды в реке с высоты вследствие отвесного уступа в речном ложе   |
| Водоток                           | поверхностный водный объект, характеризующийся движением воды в направлении уклона в углублении земной поверхности (река, ручей, канал)  |
| Водоохранилище                    | искусственный водоем, образованный водоподпорным сооружением на водотоке с целью сохранения воды и регулирования водного стока   |
| Дебит                             | количество воды, получаемой из источника (скважины, колодца или другой горной выработки) в единицу времени. Выражается в м <sup>3</sup> /сутки или в л/с   |
| Загрязнение вод (водных объектов) | Поступление в водный объект загрязняющих веществ, микроорганизмов, тепла, нарушающих состав и свойства воды  |
| Залив (затон)                     | глубоко вдающиеся в берег речное образование   |
| Засорение вод (водных объектов)   | накопление в водных объектах посторонних предметов   |
| Истощение вод (водных объектов)   | устойчивое уменьшение минимально допустимого стока поверхностных вод или сокращение запасов подземных вод  |

|         |   |
|---------|---|
| Канал   | искусственный наземный водоток с безнапорным движением  |
| Каптаж  | сооружение для перехвата подземных вод и вывода их на поверхность. Примерами каптажных устройств служат колодцы, скважины, водосборные галереи. Основной задачей является сохранение качества подземных вод и предохранение их от загрязнения |
| Коса    | длинная и узкая намываемая (песчаная, песчано-галечная) полоса речных отложений, отходящая от выпуклого берега вниз по течению  |
| Озеро   | водоемы в естественных углублениях суши, не имеющие одностороннего уклона   |
| Отмель  | мелководная часть русла, представляющая собой скопление наносов, появляющихся из воды при ее низких уровнях   |
| Остров  | часть поймы (ложе долины), ограниченная рукавами или протоками реки (образован эрозивной деятельностью потока), или осередок, закрепленный растительностью и устойчивый к размыву.  |
| Пляж    | широкий и пологий намывной берег выпуклой формы, не покрытый растительностью и сложенный чаще песчаным материалом   |
| Порог   | короткий участок реки с большим падением и бурным течением  |
| Протока | ответвление реки, отходящее далеко от основного русла   |
| Пруд    | искусственные водоемы с площадью акватории до 1 км <sup>2</sup>   |
| Река    | водный поток, текущий в естественном русле и питающийся за счет поверхностного и подземного стока с их бассейнов  |
| Родник  | естественный выход подземных вод на земную поверхность  |
| Рукав   | часть реки, отделенная островом   |

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Борейко В. Е.* Спутник юного защитника природы. / В. Е. Борейко, В. Н. Грищенко. — Киев: Изд. Киев. экол.-культ. центра, 1996.
2. *Власов, Б. П.* Использование высших водных растений для оценки и контроля за состоянием водной среды: метод. рекомендации / Б. П. Власов, Г. С. Гигевич. — Мн.: БГУ, 2002. — 84 с.
3. *Гигевич, Г. С.* Высшие водные растения Беларуси: эколого-биологическая характеристика, использование и охрана / Г. С. Гигевич, Б. П. Власов, Г. В. Вынаев; Под общ. ред. Г. С. Гигевич. — Мн.: БГУ, 2001. — 231 с.
4. *Зуев, В. Н.* Мониторинг пойменных биогеоценозов малых рек: Методическое пособие / В. Н. Зуев, А. Г. Рындевич, С. К. Рындевич. — Барановичи, 2001. — 65 с.
5. *Зуев, В. Н.* Экологическое воспитание в учреждении образования: планирование и реализация : методические рекомендации для преподавателей и кураторов высших учебных заведений / В. Н. Зуев ; Министерство образования Республики Беларусь, Барановичский государственный университет. — Барановичи : РИО БарГУ, 2008. — 48 с.
6. *Кирвель, И. И.* Пруды Беларуси как антропогенные объекты, их особенности и режим: монография / И. И. Кирвель. — Мн.: БГПУ, 2005. — 234 с.
7. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / Г. П. Пашков (гл. ред.) и др. — Мн.: Бел. Эн., 2004. — 320 с.
8. *Колбовский, Е. Ю.* Изучаем малые реки / Е. Ю. Колбовский. — Ярославль: Академия развития, 2004. — 224 с.
9. Лесомелиоративная защита малых рек и озер Белоруссии: Справочное пособие / В. Б. Орловский, Л. З. Стерин, В. Н. Воробьев — Мн.: Ураджай, 1983. — 160 с.
10. *Макеев, Н. И.* Руслвые процессы / Н. И. Макеев, Р. С. Чалов. — М.: Изд-во МГУ, 1986. — 264 с.
11. *Матюкас, К.* Определение качества воды по донным животным / К. Матюкас. — Клайпеда, 2005. — 87 с.
12. *Мечников, Л. И.* Цивилизация и великие исторические реки / Л. И. Мечников. — М.: Прогресс-Пангея, 1995. — 462 с.
13. *Мищенко, А.* Как восстановить болота / А. Мищенко. — Режим доступа: <http://www.forest.ru/rus/bulletin/21-22/7.html>
14. Озера Белоруссии / под ред. О. Ф. Янушко. — Мн: Ураджай, 1988. — 216 с.
15. *Рындевич, С. К.* Фауна и экология водных жесткокрылых Беларуси (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyrinidae, Helophoridae, Georissidae, Hydrochidae, Spercheidae, Hydrophilidae, Hydraenidae,

Limnichidae, Dryopidae, Elmidae). Монография в 2-х ч. — Ч. I. / С. К. Рындевич. — Мн.: УП «Технопринт», 2004. — 272 с.

16. Семенченко, В. П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод: монография / В. П. Семенченко. — Минск : Орех, 2004. — 124 с.

17. Шкалик, В. А. Описание природных объектов и экологического состояния территории: учебное пособие / В. А. Шкалик. — Смоленск: Изд-во «Универсум», 2004. — 272 с.

18. Школьный экологический мониторинг. Учебно-методическое пособие./ Под ред. Т. Я. Ашимихиной. — М.: АГАР, 2000. — 387 с.

19. Poradnik ochrony mokradel / P. Pawlaczyk [i in.]. — 2 wyd. — Swiebodzin, Wydaw.Lubuskiego Klubu Przyrodnikow, 2002. — 272 s.

РЕПОЗИТОРИЙ БАРГУ

86650

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Барановичский государственный университет»

Производственно-практическое издание

Зуев Владимир Николаевич

## **ИЗУЧЕНИЕ И ОХРАНА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Второе издание, с изменениями и дополнениями

Подписано в печать 10.10.2008.

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура Helios.

Усл. печ. л. 3,97. Уч.-изд. л. 2,77.

Заказ 6473. Тираж 300 экз.

ООО «Мэджик Бук»

220033, г. Минск, ул. Рыбалко, 9.

Лиц. №02330/0056818 от 02.03.04.

Отпечатано УП «Донарит».

Лицензия ЛП № 02330/0056891 от 30.04.2004.

Репозиторий Баргу

Данное издание подготовлено общественной организацией «Ахова птушак Бацькаўшчыны» в рамках проекта «Наблюдение за реками», при финансовой поддержке Иностранного предприятия «Кока-Кола Бевриджиз Белоруссия».