

## 6. ГИДРОСФЕРА

- 6.1 Круговорот воды на Земле   6.2 Мировой Океан   6.3 Береговые процессы  
6.4 Питание и водный режим рек   6.5 Русло и русловые процессы  
6.6 Подземные воды   6.7 Использование и охрана водоемов

Гидросферу – водную оболочку Земли – изучают многие науки, но есть и специальная наука, изучающая гидросферу, – это гидрология. Гидрология зародилась еще в древности, и это не случайно, ведь вода имеет очень большое значение в жизни людей. От наличия источников питьевой воды зависело расположение населенных пунктов. В государствах с оросительным земледелием, например в Древнем Египте, Китае и Месопотамии, велись наблюдения за уровнем воды, чтобы правильно рассчитать постройку каналов и оросительных систем и максимально использовать силу речного течения посредством водяных колес. В Римской империи для доставки воды в города возводились сложные акведуки. Некоторые их участки сохранились до наших дней. В средние века началось конструирование инструментов для измерения глубины воды, скорости течения, волнения и т.д. Изучение водоемов было во многом обязано их значению для судоходства. В XIX веке стали возводить большие водные сооружения: плотины, гидростанции, каналы и шлюзы. Благодаря этому быстро

развивалась прикладная гидрология. В начале XX века возникла необходимость комплексного использования водоемов, и добавились исследования качества воды. В последние десятилетия гидрологические исследования водоемов часто проводятся совместно с экологическими исследованиями, так как во многих районах из-за загрязнения ощущается нехватка чистой воды. Гидрология подразделяется на две больших отрасли – океанологию (гидрологию моря) и гидрологию суши. Объектом исследования первой является Мировой океан, а второй – водоемы суши. Гидрология изучает как сами водоемы, так и происходящие в них процессы. Почти во всех государствах созданы гидрологические службы, занимающиеся исследованием гидрологического режима и стока водоемов (рис. 6.1).



Водяное колесо



Измеритель уровня воды

Гидросфера отличается от других природных сфер тем, что образующая ее вода, из-за большой подвижности, проникает и в другие сферы: атмосфера содержит водяной пар, в литосфере и почве находятся подземные воды, в состав организмов входит большое количество воды. Тем не менее, водоемы и связывающий их круговорот воды могут рассматриваться как самостоятельная сфера Земли. Скорость движения воды зависит от ее физического состояния и местонахождения. Вода, находящаяся в атмосфере, полностью обновляется в среднем за 12 дней, вода глубоких подземных горизонтов – за сотни лет, вода Мирового океана – за несколько тысячелетий, а в материковых ледниках – за многие тысячи лет.

Плотина водохранилища

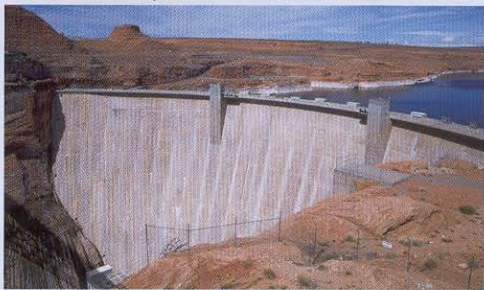


Рис. 6.1. Данные гидрологии используются как для практических целей, так и в научно-исследовательской работе.

## 6.1 Круговорот воды на Земле

Круговорот воды в природе включает в себя различные звенья.

**Осадки.** Вода, испаряющаяся с поверхности океанов, большей частью возвращается обратно в виде осадков, а частично переносится воздушными течениями на сушу. Чем дальше в глубь материка распространяется влажный морской воздух, тем больше площадь, охваченная пасмурным морским климатом. Там, где движению воздушных масс с моря на сушу препятствуют высокие горы, большая часть осадков выпадает на гористых побережьях. То же происходит и с влагой, испаряющейся с суши, — часть ее выпадает в виде осадков над сушей, но некоторая доля выпадает над океаном. С Мирового океана воды испаряется значительно больше, чем с суши, так как площадь Мирового океана в 2,4 раза больше площади суши, кроме того, здесь никогда не бывает дефицита воды для испарения, как это случается на суше (рисунок 6.2).

**Испарение.** Вторым звеном круговорота воды является постоянное испарение с поверхности суши и водоемов, в меньшей степени с ледников и в процессе жизнедеятельности растений (транспирация). Испарение зависит от свойств поверхности, от характера раститель-

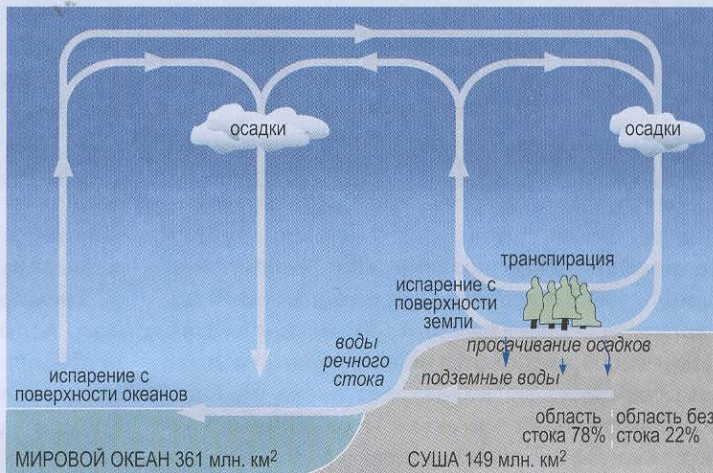
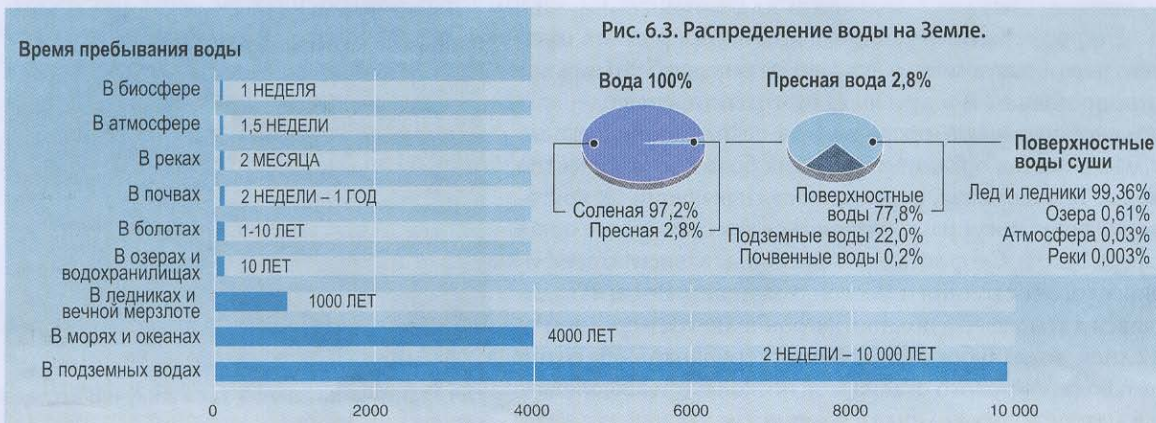


Рис. 6.2. Схема круговорота воды.

ности, от температуры и влажности воздуха и земной поверхности, а также от скорости ветра. Например, весной при сухой и ветреной погоде поля быстро сохнут из-за большого испарения, а в пасмурный осенний день испарения с поверхности почвы почти не происходит. Испарение значительнее там, где земля временно затоплена водой или подземные воды находятся близко к поверхности (на глубине нескольких десятков сантиметров), откуда по капиллярам они быстро поступают наружу.

**Речной сток** зависит от соотношения атмосферных осадков и испарения. При малом



Еще сто лет назад было установлено, что количество испаряющейся воды зависит не только от скорости ветра, температуры и влажности воздуха, но и от количества осадков. Чем больше годовое количество осадков, тем больше пасмурных дней и тем дольше воздух насыщен влагой, а следовательно, тем относительно меньше испарение. Таким образом, с увеличением количества осадков пропорционального увеличения испарения не происходит. При меньшем количестве осадков средняя влажность воздуха меньше, поэтому испарение относительно выше. В этом случае большая часть выпадающих на землю осадков испаряется. Соотношение между осадками и испарением показано на графике (рис. 6.4).

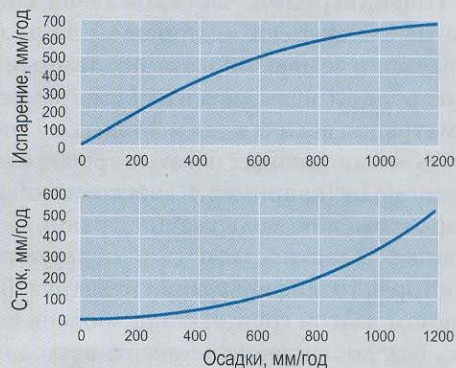
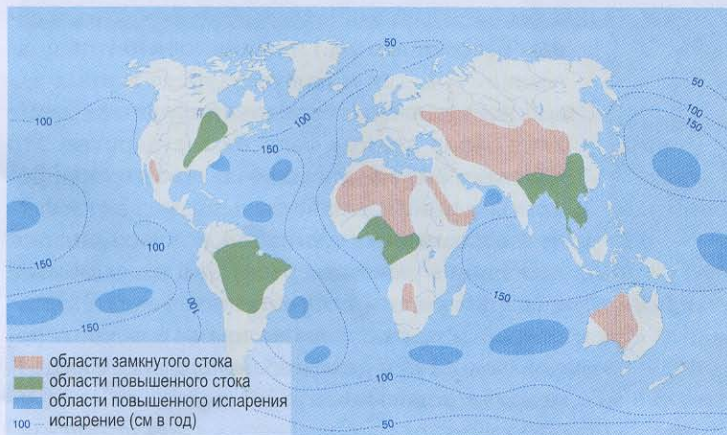


Рис. 6.4. Соотношение годовой суммы испарения, стока и осадков.

количестве осадков остающейся от испарения воды недостаточно для образования постоянных рек. Чем больше осадков, тем больше сток. Этим объясняется то обстоятельство, что речной сток больше во влажном климате и в богатые осадками годы. В очень засушливых областях реки отсутствуют, и незначительные выпадающие там осадки испаряются полностью. Области речного стока, или водосборные бассейны, подразделяются на:

- области внешнего стока (всего 117 млн. км<sup>2</sup>), из которых вода рек поступает в Мировой океан;
- области замкнутого стока (всего 32 млн. км<sup>2</sup>), из которых вода рек поступает в материковые впадины или в большие пустыни, но не в Мировой океан.



Круговорот воды в областях замкнутого стока своеобразен тем, что эти области, несмотря на наличие постоянных и временных рек, сообщаются с Мировым океаном только через атмосферу. Наибольшей такой областью является расположенная в Азии Каспийско-Аральская область замкнутого стока. Площадь бассейна Каспийского моря составляет 3,5 млн. км<sup>2</sup>, откуда в озеро стекает 300 км<sup>3</sup> воды в год. Тем не менее, из-за большого испарения оттока воды из Каспия нет. Большими областями замкнутого стока являются также пустыня Сахара и пустынные области Центральной Австралии. Для областей внутреннего стока характерны реки без устьев, просто исчезающие в песке. В результате деятельности человека за последние десятилетия XX века число

таких рек значительно увеличилось. Дело в том, что все больше воды расходуется на орошение полей, в результате чего реки мелеют и уже не доносят свои воды до устья. Вслед за этим наступает черед обмеления озер. Например, площадь Аральского моря за последние тридцать лет уменьшилась более, чем в два раза (рис. 6.5, 6.6).

Рис. 6.5. Карта мира, на которой показаны области замкнутого стока, испарение с поверхности Мирового океана и области повышенного стока.

**Инфильтрация.** Часть дождевой, снеговой и в малой степени ледниковой воды просачивается в землю, образуя **подземные воды**. Этот процесс называется инфильтрацией. Инфильтрация велика в тех местах, где на поверхность земли выходят богатые трещинами горные породы (например, в карстовых областях) или отложения, содержащие гравий и песок. Если же поверхностный слой образуют глины или торф, то инфильтрация невелика. В насыщенном влагой грунте, когда уровень подземных вод достигает его поверхности, инфильтрации не происходит.

Сток подземных вод в русла рек, впадины озер и моря является еще одним звеном в круговороте воды на земном шаре. Подземные воды питают реки и озера, но могут стекать и прямо в моря. В мировом круговороте воды просачивание атмосферной воды в почву и сток подземных вод в моря не имеют большого значения.

**Водный баланс.** Запасы воды какого-либо водоема или территории и его изменения проще всего выразить через водный баланс. Приход баланса составляют осадки и приток, а в расход заносятся испарение и отток. Учитывается и подземный водообмен, потребление воды и др. Поэтому водный баланс может быть составлен по-разному, в зависимости от особенностей водоема или рассматриваемого круговорота воды. Глобальный круговорот воды обычно выражается водным балансом, отра-

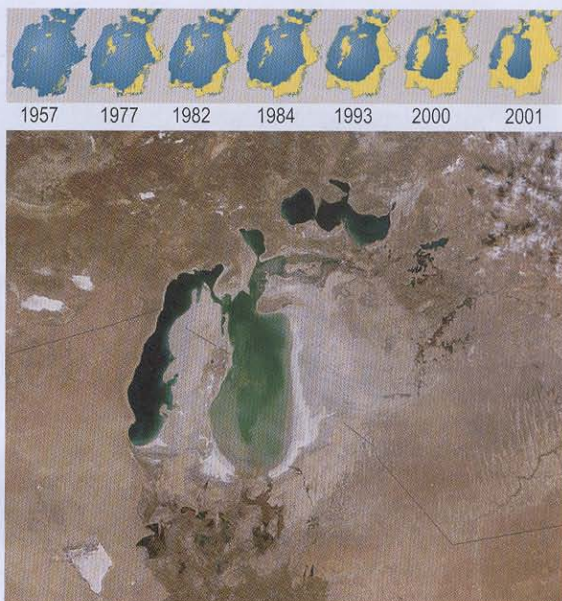


Рис. 6.6. Аэрофото Аральского моря в 2002 году.

жающим соотношением между атмосферными осадками, испарением и речным стоком. Это соотношение выражается уравнением:

$$P = E + Q,$$

где  $P$  – осадки,  $E$  – испарение и  $Q$  – речной сток. Это уравнение соответствует ситуации, при которой количество влаги, переносимое атмосферой из океанов на сушу, компенсируется речным стоком в Мировой океан и испарением. Глобальный круговорот воды связывает воды атмосферы, Мирового океана и внутренних водоемов в единое целое (рис. 6.5).

Водные балансы составляются как для отдельных водоемов (озер, водохранилищ, речных бассейнов и т.д.) или для горизонтов подземных вод, так и для государств и иных административных территорий. Водный баланс дает обзор водных запасов государства, это «бухгалтерия» водного хозяйства страны. Вопросы водного хозяйства невозможно решать без достоверных данных о водных запасах, особенно в районах с растущим населением и с возрастающим потреблением воды. В Эстонии водные балансы составляются для городов, волостей и даже деревень, а также для отдельных водоемов.

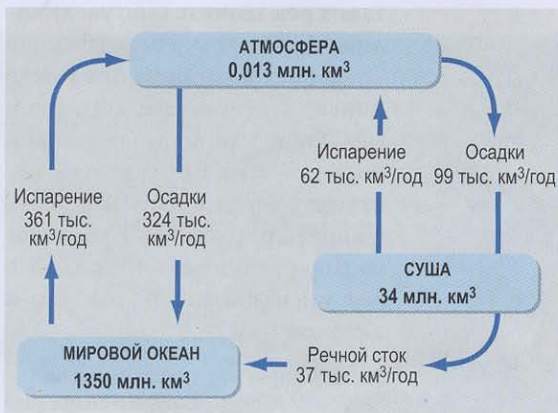


Рис. 6.7. Водный баланс Земли.

## Вопросы и задания

1. Какая отрасль науки изучает гидросферу?
2. Какие методы применяются при изучении вод?
3. Какую оценку вы дали бы наличию и качеству подземных вод в Эстонии? В своей местности?
4. Объясните, как скорость движения воды зависит от ее состояния.
5. Какие районы Земли наиболее богаты осадками, какие – наиболее бедны?
6. Объясните, какие факторы влияют на испарение. В чем проявляется это влияние?
7. Каково соотношение атмосферных осадков и испарения в Эстонии?
8. Из каких звеньев состоит круговорот воды в областях замкнутого стока?
9. Как растительность влияет на круговорот воды и испарение?
10. От каких факторов зависит просачивание воды в почву?
11. Охарактеризуйте долю ледников в общем круговороте воды при помощи рисунков этой главы.
12. Объясните на основе круговорота воды причины уменьшения площади Аральского моря.
13. Объясните суть водного баланса.