***Тема 4. Природно-антропогенные особенности гидросферы***

***4.1. Строение и физико-химический состав гидросферы.***

**Значение водных ресурсов**

Гидросфера — важнейший элемент биосферы. Она объединяет все воды земного шара, включая океаны, моря и поверхностные воды суши. В более широком смысле к гидросфере относят подземные воды, лед и снег Арктики и Антарктиды, а также атмосферную воду и воду, содержащуюся в живых организмах**.** Водные массы на поверхности Земли образуют тонкую геологическую оболочку, которая занимает большую часть поверхности Земли и образует Мировой океан (361 млн. км2, или 70,8 % всей поверхности планеты). Общий объем гидросферы равен 1,4 млрд. км3 , доля ее по отношению ко всей массе Земли не превышает 0,02 %. Основная масса воды гидросферы сосредоточена в морях и океанах (94 %), второе место по объему водных масс занимают подземные воды (3,6 %), лед и снег арктических и антарктических областей, горные ледники (2 %). По­верхностные воды суши (реки, озера, болота) и атмосферные воды составляют доли процента от общего объема воды гидросферы (0,4 %). Воды гидросферы находятся в постоянном взаимодействии, переходы из одних видов вод в другие составляют сложный круговорот воды на земном шаре. С гидросферой связано зарождение жизни на Земле, так как вода способна к образованию сложных химических соединений, которые обусловили возникновение органической жизни, а затем — формирование высокоорганизованных животных организмов.

Вода — химическое соединение водорода с кислородом (Н20), бесцветная жидкость без запаха, вкуса и цвета. В природных условиях всегда содержит растворенные соли, газы и органические вещества, их количество меняется в зависимости от происхождения воды и окружающих условий. При концентрации солей до 1 г/л воду считают пресной, до 24,7 г/л — солоноватой, свыше — соленой.

Ресурсы пресных вод составляют незначительную долю общего суммарного объема всей гидросферы, но именно они играют решающую роль в общей циркуляции воды, в связях гидросферы с экологическими системами, в жизнедеятельности человека и существовании других живых организмов, в развитии производства. На пресные воды приходится около 2 % гидросферы, используемая часть (речной сток, озерная вода) составляет менее 1 % от общего объема вод гидросферы.

Вода обеспечивает существование живых организмов на Земле и развитие процессов их жизнедеятельности. Она входит в состав клеток и тканей любого животного и растения. В среднем вода составляет около 90 % массы всех растений и 75 % массы животных. Сложные реакции в животных и растительных организмах могут протекать только при наличии водной среды. Тело взрослого человека содержит 60—80 % воды. Физиологическую потребность человека в воде можно удовлетворить только водой и ничем иным. Потеря 6—8 % воды сопровождается полуобморочным состоянием, 10 % — галлюцинацией, 12 % — приводит к смерти.

Климат и погода на Земле во многом зависят и определяются наличием водных пространств и содержанием водяного пара в атмосфере. В сложном взаимодействии они регулируют ритм термодинамических процессов, возбуждаемых энергией Солнца. Океаны и моря благодаря большой теплоемкости воды служат аккумуляторами тепла и способны изменять погоду и климат на планете*.* Океан, растворяя газы атмосферы, является регулятором воздуха.

В деятельности человека вода находит самое широкое приме­нение. Вода — это материал, используемый в промышленности и входящий в состав различных видов продукции и технологических процессов, выступает в роли теплоносителя, служит для целей обогрева. Сила падения воды приводит в действие турбины гидроэлектростанций. Водный фактор является определяющим в развитии и размещении ряда промышленных производств. К водоемким отраслям, ориентирующимся на крупные источники водоснабжения, относятся многие производства химической и нефтехимической промышленности, где вода служит не только вспомогательным материалом, но и одним из важных видов сырья, а также электроэнергетика, черная и цветная металлургия, некоторые отрасли лесной, легкой и пищевой промышленности. Широко используется вода в строительстве и промышленности стро­ительных материалов. Сельскохозяйственная деятельность человека связана с потреблением огромного количества воды, прежде всего на орошаемое земледелие. Реки, каналы, озера — дешевые пути сообщения. Водные объекты — это и места отдыха, восстановления здоровья людей, спорта, туризма.

Относительно хозяйственной деятельности человека вводится понятие *"водные ресурсы"* — это все пригодные для хозяйственного использования запасы поверхностных вод, включая почвенную и атмосферную влагу. Ресурсы поверхностных вод определяются в основном суммарным стоком в средний по водности год. Распределены они и используются по территории Земли и отдельным регионам неравномерно (табл. 7.1). Страны СНГ обладают крупнейшими в мире водными ресурсами, суммарно они занимают второе место в мире (после Бразилии) по объему среднегодового речного стока, на них приходятся также значительные по величине потенциальные запасы подземных вод. Однако эти ресурсы распространены по территории стран СНГ крайне неравномерно, что объясняется различными геогра­фическими, климатическими, геологическими и гидрогеологическими условиями отдельных регионов. Общий среднегодовой объем стока составляет почти 4,7 тыс. км3, причем подавляющая его часть приходится на Российскую Федерацию — 4,27 тыс. км3 (более 90 %)*.* Значительными водными ресурсами обладают Укра­ина— 0,21 тыс. км3 (4,5 %), Казахстан — 0,12 тыс. км3 (2,7 %), Уз­бекистан — 0,11 тыс. км3 (2,3 %), Таджикистан — 0,1 тыс. км3 (20 %)

Неравномерному распределению стока соответствует и различ­ная обеспеченность водными ресурсами стран СНГ. Если удельная обеспеченность стоком в целом для стран СНГ равна 210 тыс. км3 в год на 1 км2, то наиболее высокая в Грузии и Таджикистане — 877 и 667 соответственно, а наиболее низкая в Туркменистане — 145 и в Казахстане — 46 тыс. км3 в год на 1 км2.

Таблица 7.1

Распределение воды и её потребление по континентам

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Континент | Среднегодовой сток рек | Водопотребление |
| км3/год | % к стоку |
| км3/год | в % | 1970 г. | 2000 г. (прогноз) | 1970 г. | 2000 г. (прогноз) |
| Европа | 3 210 | 6,9 | 320 | 730 | 10,0 | 23,0 |
| Азия | 1 4410 | 31,0 | 1 500 | 3 200 | 10,4 | 22,7 |
| Африка | 4 570 | 9,8 | 130 | 380 | 2,8 | 8,3 |
| Северная Америка | 8 200 | 17,6 | 540 | 1 300 | 6,6 | 15,8 |
| Южная Америка | 11 760 | 25,2 | 70 | 300 | 0,6 | 2,5 |
| Австралия и Океания | 2 390 | 5,1 | 23 | 60 | 1,0 | 2,5 |
| Всего | 46 540 | 100,0 | 2 583 | 5 970 | 5,8 | 13,0 |

**Водные ресурсы Республики Беларусь и их оценка**

Ресурсы поверхностных вод Беларуси оцениваются в 58 км3 в год, по этому показателю она занимает восьмое место среди стран СНГ (1,2 % общего стока). Большая часть речного стока формируется в пределах Беларуси, приток воды с территории соседних государств (России и Украины) равен 21,6 км3, или 36 %. Таким образом, местные ресурсы речных вод составляют 36,4 км3 в год. В многоводные годы суммарный речной сток может достигать 96 км3 в год, снижаясь в маловодные до 36 км3 в год. Местный сток изменяется в соответствии с водностью года от 61 до 24 км3 в год. Удельная обеспеченность стоком речных вод в Беларуси несколько выше, чем в среднем по странам СНГ, и составляет 279,4 тыс. м3 в год на 1км2.

Беларуси характерна довольно значительная дифференциация водообеспеченности, которая усугубляется неравномерным размещением населения и производства. Реки страны принадлежат к бассейнам двух морей — Черного и Балтийско­го, соответственно 56 % и 44 % площади водосбора. Из общего числа рек и ручьев (20,8 тыс.) суммарной протяженностью 90,6 тыс. км абсолютное большинство водотоков относится к малым равнинным рекам. Статус достаточно крупных рек, длина которых более 500 км, имеют только семь рек — Западная Двина, Неман, Вилия (бассейн Балтийского моря), Днепр, Березина, Сож и Припять (бассейн Черного моря). Основная часть местного стока образуется в бассейнах Днепра с Березиной и Соясем (11,6 км3 в год) и Немана с Вилией (9,26 км3 в год). Значительно меньше приходится на бассейны Западной Двины (7,01 км3 в год) и Припяти (6,97 км3 в год). Транзитные воды поступают в Беларусь большей частью по Западной Двине (7,29 км3 в год) и Припяти (5,74 км3 в год), остальные транзитные воды (7,67 км3 в год) распределяются примерно равными долями по Днепру и Сожу. Таким образом, наиболее развитые в хозяйственном отношении и густонаселенные центральные регионы страны (Минская обл. и г. Минск) располагают гораздо меньшими ресурсами поверхностных вод по сравнению с периферийными регионами, которые обладают и транзитным стоком.

Ресурсы поверхностных вод включают также озера и водохранилища. В пределах границы Беларуси насчитывается около 11 тыс. озер. Наиболее богата озерами северная часть страны — Белорусское Поозерье. Многие озера расположены близко одно от другого или соединены одним водотоком и образуют группы — Нарочанскую, Браславскую, Ушачскую и др. Самые крупные из озер: Нарочь (площадь зеркала воды 79,6 км2), Освейское (52,8 км2), Лукомское (37,7 км2), Дривяты (36,1 км2), Нещердо, Снуды, Свирь. Северные озера отличаются хорошей сохранно­стью озерных котловин, что позволяет вести их комплексное использование.

Озера на юге страны носят черты деградации, чаще всего имеют низкие заболачиваемые берега, плоские и неглубокие озерные котловины. Особо крупными из них являются: Червоное (40,8 км2), Выгонощанское (26 км2), Черное, Споровское. Мало озер в центральной части страны. Суммарная площадь зеркала всех озер Беларуси составляет почти 2 тыс. км2, а общий объем воды, аккумулированной в них, оценивается в 6—7 км3.

Неравномерность размещения водных ресурсов и внутри годового распределения стока поверхностных вод в определенной мере компенсируется строительством водохранилищ и прудов. Водохранилище — искусственный водоем с полным объемом задержанных водных масс более 1 млн. м3, созданный с использованием водонапорных сооружений в долине реки или понижении местности для накопления и сохранения воды, регулирования стока в соответствии с потребностями различных отраслей народного хозяйства. На территории Беларуси сооружено более 140 водохранилищ различного хозяйственного назначения. Суммарный полный объем воды, которая задерживается водохранилищами, достигает 3,0 км3, а полезный — 1,24 км3. Общая площадь водного зеркала акватории водохранилищ достигает 740 км. С созданием водохранилищ озерность Беларуси увеличилась с 0,6 до 1,5 %.

К числу искусственных водоемов относятся и пруды, которые аккумулируют местный сток. Их полный объем не превышает 1 млн. м3. Пруды предназначены для местного хозяйственно-бытового водообеспечения и иных целей. Прудовой фонд Беларуси составляют более 1500 ед. в колхозах и совхозах с полным объемом задержки водных масс более 0,2 км3, площадью водного зеркала 140 км2 и 19 рыбных хозяйств с полным объемом 0,3 км3, площадью 179 км2.

Естественные ресурсы пресных подземных вод оцениваются в 15,9 км3 в год (43,5 млн. м3 в сутки). Они распространены по всей территории Беларуси на глубинах от 100до 450 м. Взаимодействие климатических, орографических и геологических факторов определяет неравномерный характер распределения подземных вод, что в целом соответствует региональным различиям поверхностного стока. Значительные ресурсы подземных вод находятся в бассейне Днепра с притоками Березина и Сож — 34,4 %. На бассейн Немана с Вилией приходится 28,2 % , Западной Двины и Припяти — 33,7 *% .* Наименьшие запасы обнаружены в бассейне Западного Буга и Нарева, они составляют 3,7 % суммарных ресурсов пресных подземных вод Беларуси. Всего разведано более 230 месторождений пресных подземных вод с запасами 5,7 млн. м3 в сутки, из них для промышленного освоения подготовлено около 200 месторождений с эксплуатационными запасами около 4,6 млн. м3 в сутки.

Возобновляемые ресурсы пресных поверхностных и подземных вод в целом по Беларуси сегодня и в перспективе оцениваются как достаточные для удовлетворения потребностей страны в воде.

**Основные направления использования водных ресурсов**

Всвоем развитии человечество прошло через многие этапы в использовании воды. Первоначально преобладало прямое использование воды — в качестве питья, для приготовления пищи, в бытовых хозяйственных целях. Постепенно возрастает значение рек и морей для развития водного транспорта. Возникновение многих центров цивилизации связано с наличием водных путей. Люди использовали водные пространства как пути сообщения, для ловли рыбы, добычи соли и других видов хозяйственной деятельности. В период расцвета судоходства наиболее экономически развитыми и богатыми были морские державы. И сегодня использование водных путей сообщения значительно сказывается на развитии мировой экономики. Так, морской транспорт перевозит в год 3—4 млрд. т грузов, или 4—5 % общего объема грузоперевозок, выполняя при этом свыше 30 трлн. т/км, или 70 % общего мирового грузооборота.

Отличительной чертой XX ст. явился быстрый рост водопотребления по самым различным направлениям. На первое место по объему потребления воды вышло *сельскохозяйственное про­изводство.* Для того чтобы обеспечить продуктами питания все возрастающее население Земли, необходимы затраты огромного количества воды в земледелии. Ресурсы влаги и тепла и их соотношение определяют естественную биологическую продуктивность в различных природно-климатических зонах мира. Для производства 1 кг растительной массы разные растения расходуют на транспирацию от 150—200 до 800—1000 м3 воды; причем 1 га площади, занятой кукурузой, испаряет за вегетационный период 2—3 млн. л воды; для выращивания 1 т пшеницы, риса или хлопка необходимо 1500, 4000 и 10 000 т воды соответственно.

Площадь орошаемых земель на земном шаре достигает в настоящее время 220 млн. га. Они дают примерно половину сельскохозяйственной продукции мира, на таких землях размещается до 2/3 мировых посевов хлопчатника. В то же время на орошение 1 га посевов расходуется в течение года 12 —14 тыс. м3 воды. Ежегодный расход воды достигает 2500 км3 или более 6 % суммарного годового стока рек земного шара. По объему используемых вод орошаемое земледелие занимает первое место среди других водопотребителей.

Чрезвычайно велика потребность в воде для современного животноводства, содержания скота на фермах и животноводческих комплексах. Для производства 1 кг молока затрачивается 4 т, а 1 кг мяса — 25 т воды. Удельное использование воды на сельскохозяйственные и иные цели в различных странах мира (по данным 80—90-х годов XX ст.) приведено в табл. 7.2.

Растет потребление воды в*промышленном, производстве.* Невозможно указать другое вещество, которое бы находило столь разнообразное и широкое применение, как вода. Она является химическим реагентом, участвующим в производстве кислорода, водорода, щелочей, азотной кислоты, спиртов и многих Других важнейших химических продуктов. Вода — необходимый компонент в производстве строительных материалов: цемента, гипса, извести и т.п. Основная масса воды в промышленности используется для производства энергии и охлаждения. Значительное количество воды в обрабатывающей промышленности употребляется на растворение, смешивание, очищение и другие технологические процессы. Для выплавки 1 т чугуна и перевода его в сталь и прокат расходуется 50—150 м3 воды, 1 т меди — 500 м3, 1 т синтетического каучука и химических волокон — от 2 до 5 тыс., м3 воды.

Таблица 7.2

Использование воды на различные хозяйственные цели в отдельных странах мира (в % к общему водопотреблению)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группы водопотребления | Беларусь | Россия | США | Франция | Финляндия |
| Сельскохозяйственное | 22\* | 22 | 49 | 51 | 10 |
| Промышленное | 32 | 33 | 41 | 37 | 80 |
| Коммунально-бытовое | 46 | 24 | 10 | 12 | 10 |

\* Включая использование воды в рыбном хозяйстве.

Подавляющее число производств приспособлено к использованию только пресных вод; новейшим отраслям промышленности (производству полупроводников, атомной техники и др.) необходима вода особой чистоты. Современные промышленные предприятия, тепловые электростанции расходуют огромные ресурсы воды, сопоставимые с годовым стоком крупных рек.

По мере роста народонаселения и городов увеличивается расход воды *на коммунально-бытовые нужды.* Физиологическая потребность человека в воде, которая вводится в организм с питьем и пищей, в зависимости от климатических условий составляет 9—10 л/сут. Значительно большее количество воды необходимо для санитарных и хозяйственно-бытовых нужд. Лишь при достаточном уровне водопотребления, которое обеспечивается централизованными системами водоснабжения, оказывается возможным удаление отбросов и нечистот при помощи сплавной канализации. Уровень хозяйственно-питьевого водопотребления колеблется в значительных размерах: от 30—50 л/сут. в зданиях с водопользованием из водоразборных колонок (без канализа­ции) до 275—400 л/сут. на одного жителя в зданиях с водопроводом, канализацией и системой централизованного горячего водоснабжения. Естественно, улучшение коммунально-бытовых условий жизни в городах и сельской местности влечет за собой рост потребления воды.

Теоретически водные ресурсы неисчерпаемы, так как при рациональном использовании они непрерывно возобновляются в процессе круговорота воды в природе. Еще в недалеком прошлом считалось, что воды на Земле так много, что, за исключением отдельных засушливых районов, людям не надо беспокоиться о том, что ее может не хватить. Однако потребление воды растет такими темпами, что человечество все чаще сталкивается с проблемой, как обеспечить будущие потребности в ней. В странах и регионах мира уже сегодня ощущается недостаток водных ресурсов, усиливающийся с каждым годом.

Рост промышленного и сельскохозяйственного производства, высокие темпы урбанизации способствовали расширению использования водных ресурсов Беларуси. Забор речных и подземных вод постоянно возрастал, достигнув своей максимальной величины, равной 2,9 км3 в 1990 г. В результате спада производства начиная с 1992 г. отмечается уменьшение водопотребления в различных отраслях экономики. В 1999 г. оно составило 1 7 км3. Основным потребителем воды оказалось жилищно-коммунальное хозяйство — 46,0 % общего потребления; производственное (промышленное) водоснабжение — 31,5 %; сельскохозяйственное водоснабжение и орошение — 9,7 %; рыбное прудовое хозяйство — 12,8 % (использование водных ресурсов отражено в табл. 7.3). В региональном аспекте выделяется центральная часть Беларуси, где потребляется почти треть всего объема используемых вод, что в основном совпадает с экономическим потенциалом данного региона.

Таблица 7.3

Использование водных ресурсов в Республике Беларусь

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | 1990 г. | 1995 г. | 1999 г. | 2010 г. (прогноз) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Забор воды из природных источников, млн. м3 | 2 883 | 1 980 | 1 851 | 2 820—3 101 |
| В том числе из подземных источников | 1210 | 104 | 1 095 | 1 470-1 610 |
| Использование воды, всего, млн. м3 | 2 790 | 1 878 | 1 709 | 2 366—2 590 |
| В том числе: |  |  |  |  |
| на хозяйственно-питьевые нужды | 691 | 701 | 786 | 903 — 1001 |
| на производственные нужды | 1 002 | 574 | 539 | 654—707 |
| на сельскохозяйственное водоснабжение | 334 | 271 | 161 | 364—399 |
| на орошение | 67 | 15 | 5 | 20—21 |
| в рыбном прудовом хозяйстве | 696 | 317 | 218 | 425—462 |
| Полное водопотребление, млн. м3 | 12 305 | 8 990 | 9 496 | 12 012—13 209 |
| сброс сточных вод в поверхностныеводные объекты, всего, млн. м 3 | 1 982 | 1 329 | 1 170 | 1 778 — 1 946 |
| В том числе: |  |  |  |  |
| загрязненных и недостаточно очи-щенных | 104 | 64 | 26 | — |
| нормативно-очищенных | 919 | 841 | 875 | 1 124— 1 236 |
| нормативно-чистых | 959 | 434 | 269 | 654 — 710 |
| Потреблениепитьевой воды на душу населения, л/сут. | 260 | 253 | 250 | 350—355 |
| Пользование свежей воды на 1 млрд. р. ВВП, тыс. м3 | 10,0 | 10,6 | 10,4 | 7,0—7,4 |

Водное хозяйство формируется как отрасль народного хозяйства, занимающаяся изучением, учетом, планированием и прогнозированием комплексного использования водных ресурсов, охраной поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения, транспортировкой их к месту потребления. Основная задача водного хозяйства — обеспечение всех отраслей и видов хозяйственной деятельности водой в необходимом количестве и соответствующего качества.

По характеру использования водных ресурсов отрасли народного хозяйства делят на водопотребителей и водопользователей. При *водо - потреблении* вода изымается из ее источников (рек, водоемов, водоносных пластов) и используется в промышленности, сельском хозяйстве, для коммунально-бытовых нужд; она входит в состав выпускаемой продукции, подвергается загрязнению и испарению. Водопотребление с точки зрения использования водных ресурсов подразделяют на *возвратное* (возвращаемое к источнику) и *безвозвратное (*потери).

*Водопользование* связано обычно с процессами, когда используют не воду» как таковую, а ее энергию или водную среду. На такой основе развивается гидроэнергетика, водный транспорт, рыбное хозяйство, система отдыха и спорта и др.

Отрасли народного хозяйства предъявляют к водным ресурсам разные требования, поэтому водохозяйственное строительство наиболее целесообразно решать комплексно, учитывая особенности каждой отрасли и те изменения в режиме подземных и поверхностных вод, которые возникают при строительстве гидротехнических сооружений и их эксплуатации и нарушают экологические системы. Комплексное использование водных ресурсов позволяет наиболее рационально удовлетворить потребности в воде каждой отрасли народного хозяйства, оптимально сочетать интересы всех водопотребителей и водопользователей, экономить средства на строительство водохозяйственных сооружений. *Шимова, О.С. [и др.]. Основы экологии и экономики природопользования: учебник / О.С. Шимова, Н.К. Соколовский. – Минск: БГЭУ, 2002. (стр. 81-89)*