

## **ЛЕКЦИЯ 7-8**

### **ТЕМА: Охрана водных ресурсов**

#### **ПЛАН:**

1. *Свойства воды*
2. *Распространение и состояние воды*
3. *Мировые запасы воды*
4. *Водные ресурсы России*
5. *Роль воды в природе*
6. *Состав природной воды*
7. *Круговорот воды в природе*
8. *Проблема недостатка пресной воды*
9. *Регулирование рационального использования и охрана водных ресурсов*
10. *Правовые основы охраны водных ресурсов*
11. *Мониторинг водных ресурсов, качества и загрязнения воды*

Водные запасы на Земле огромны, они образуют гидросферу одну из мощных сфер нашей планеты. Гидросфера, литосфера, атмосфера и биосфера взаимосвязаны, проникают одна в другую и находятся в постоянном, тесном взаимодействии. Все сферы в своем составе имеют воду. Водные ресурсы слагаются из статических (вековых) запасов и возобновляемых ресурсов. Гидросфера объединяет Мировой океан, моря, реки и озера, болота, пруды, водохранилища, полярные и горные ледники, подземные воды, почвенную влагу и пары атмосферы.

#### ***1. Свойства воды***

Вода - химическое соединение водорода и кислорода ( $H_2O$ ) жидкость без запаха, вкуса, цвета (в толстых слоях голубоватая); плотностью  $1 \text{ г/см}^3$  при температуре  $3,98 \text{ }^\circ\text{C}$ . При  $0^\circ\text{C}$  вода превращается в лед, при  $100^\circ\text{C}$  - в пар. Молекулярная масса воды 18,0153. По В.И. Вернадскому, химический состав воды может быть представлен формулой  $H_2O_n$  при значении  $n$ , равном 1 - 6. Не все молекулы воды одинаковы: наряду с обычными молекулами,

имеющими массу 18, присутствуют молекулы с молекулярной массой 19, 20, 21 и даже 22.

Вода - уникальное вещество по своим физическим и химическим свойствам. Полярность молекул воды и наличие между ними «водородных» связей определяют ее уникальные свойства. Плотность воды наибольшая при температуре 3,98 °С, дальнейшее охлаждение приводит к переходу ее в лед и сопровождается уменьшением плотности. Уменьшение объема вместо расширения происходит при плавлении (таянии) льда. Летучесть воды небольшая. У воды аномально высокие теплота плавления и удельная теплоемкость, при плавлении льда теплоемкость увеличивается более чем в двое. Теплоемкость воды с повышением температуры до 27 °С уменьшается, а затем вновь начинает возрастать. Вязкость воды (при температуре от 0 до 30 °С) уменьшается с повышением давления.

## ***2. Распространение и состояние воды***

Вода - наиболее распространенное на Земле вещество. Она находится в трех фазах: газообразной (пары воды), жидкой и твердой. Различают воду атмосферную, поверхностную (гидросфера) и подземную.

В атмосфере вода встречается в парообразном состоянии в воздушной оболочке, окружающей Землю, в капельно-жидком состоянии - в облаках, туманах и в виде дождя, твердом - в виде снега, града и кристалликов льда высоких облаков.

В жидком состоянии вода находится в гидросфере: вода океанов, морей, озер, рек, болот, прудов и водохранилищ. В твердом состоянии вода в виде льда и снега находится у полюсов планеты, на горных вершинах, зимой покрывает водоемы на значительных площадях. В горных породах литосферы вода встречается в виде пара. Существует капиллярная, гравитационная, кристаллизационная вода.

## ***3. Мировые запасы воды***

Общая площадь океанов и морей в 2,5 раза больше площади суши, а объем воды на Земле составляет  $1,5 \cdot 10^9$  км<sup>3</sup>. Более 95% воды - соленая.

Мировой океан занимает площадь 361 млн км<sup>2</sup>, что составляет 70,8% поверхности Земли. При средней глубине океана в 3800 м общий объем воды достигает 1370 млн км<sup>3</sup>. При расчете ресурсов подземных вод полагают, что в мантии Земли содержится 0,5% воды, общий объем которой составляет примерно 13-15 млрд км<sup>3</sup> воды. Возможный приток глубинных вод в земную кору и на поверхность планеты составляет в среднем 1 км<sup>3</sup> в год. При среднем абсолютном возрасте Земли в 3,5 млрд лет объем поверхностных вод должен составить около 3,3 млрд км<sup>3</sup>. Объем свободной воды в земной коре (подземные воды) В.И. Вернадский оценивал в 60 млн км<sup>3</sup>.

#### ***4. Водные ресурсы России***

Россия омывается водами 12 морей, принадлежащих трем океанам. На территории России находится свыше 2,5 млн больших и малых рек, более 2 млн озер. Водные ресурсы России слагаются из статических (вековых) и возобновляемых. Первые считаются относительно постоянными в течение длительного времени, возобновляемые водные ресурсы оцениваются объемом годового стока рек. Речной сток формируется за счет таяния снега и дождевых осадков, источниками питания рек служат болота и подземные воды.

В социально-экономическом развитии страны из поверхностных пресных вод речной сток имеет приоритетное значение. По объему речного стока Россия стоит на втором месте после Бразилии. *Реки* являются основой водного фонда. Почти 65% крупных городов России (Москва, С.-Петербург, Нижний Новгород, Екатеринбург, Пермь и др.) используют для питьевых и технических нужд поверхностные, в основном речные воды.

По территории России протекает свыше 120 тыс. рек длиной более 10 км и общей протяженностью свыше 2,3 млн км. Около 90% годового речного стока России приходится на бассейны Северного Ледовитого и Тихого океанов и лишь 8% - на бассейны Каспийского и Азовского морей. Однако именно в бассейнах этих морей проживает более 80% населения России, сосредоточена основная часть хозяйственной инфраструктуры.

В России насчитывается более 2 млн *пресных и соленых озер*. Среди них самое глубокое пресноводное озеро Байкал и наибольший по площади замкнутый солоноватый водоем Каспийское море. Основная часть ресурсов озерных пресных вод сосредоточена в озерах: Байкал (23 тыс. км<sup>3</sup>, или 20% мировых и 90% национальных запасов), Ладожское (903 км<sup>3</sup>), Онежское (285 км<sup>3</sup>), Чудско-Псковское (35,2 км<sup>3</sup>). В крупнейших водохранилищах России находится около 450 км<sup>3</sup> пресной воды.

*Ледники* являются существенным аккумулятором воды, они сосредоточены в основном в приполюсных районах: в Антарктиде, на арктических островах, в том числе российского сектора Арктики, и в горных районах.

*Подземные воды* вместе с поверхностными водами рек, озер и прудов являются основой водного фонда России, служат для питьевых целей. Естественные ресурсы пресных подземных вод составляют 787,5 км<sup>3</sup>/год, прогнозируемые пригодные для использования - свыше 300 км<sup>3</sup>/год. По территории страны ресурсы распределены неравномерно. Основная их часть - 229,7 км<sup>3</sup>/год (72,5%) сосредоточена в четырех экономических районах: Западно-Сибирском - 96,1 км<sup>3</sup>/год (30,3%), Дальневосточном - 58,2 км<sup>3</sup>/год (18,4%), Восточно-Сибирском - 42,8 км<sup>3</sup>/год (13,5%) и Северном 32,6 км<sup>3</sup>/год (10,3%). Минеральные и лечебные подземные воды используются на 450 месторождениях санаторно-курортными и оздоровительными учреждениями, а также заводами по розливу минеральных лечебных вод.

Потенциальные ресурсы минеральных вод оцениваются в 800 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Теплоэнергетические (термальные, пароводяная смесь с температурой от 40 до 200 °С) подземные воды используются для теплоснабжения и получения электрической энергии. Значительные их ресурсы (более 7081,5 млн м<sup>3</sup>/сут) сосредоточены на Северном Кавказе и Дальнем Востоке. Ресурсы промышленных подземных вод составляют более 4 млн м<sup>3</sup>/сут (гидроминеральное сырье). Они являются источником получения йода, брома и ряда других редких элементов и металлов. Крупные

месторождения промышленных подземных вод находятся в Краснодарском крае, на Урале и в Западной Сибири.

### ***5. Роль воды в природе***

Вода играет исключительно важную роль в природе. Она создает благоприятные условия для жизни растений, животных, микроорганизмов. Вода остается жидкостью в температурном интервале, наиболее благоприятном для их жизненных процессов, для огромной массы организмов она является средой обитания. Уникальные свойства воды представляют неповторимую ценность для жизнедеятельности организмов. В водоемах вода замерзает сверху вниз, что имеет большое значение для обитающих в них организмов.

Аномально высокая удельная теплоемкость воды благоприятствует аккумуляции колоссального количества тепла, способствует медленному нагреванию и охлаждению. Обитающие в воде организмы защищены от резких спонтанных колебаний температуры и состава, так как постоянно приспосабливаются к медленным ритмическим колебаниям - суточным, сезонным, годовым и т.д. Вода оказывает смягчающее влияние на погодно-климатические условия. Она постоянно перемещается во всех сферах Земли, вместе с циркуляционными потоками атмосферы - на большие расстояния. Циркуляция воды в океане (морские течения) приводит к планетарному тепло- и влагообмену. Известна роль воды как мощного геологического фактора. Экзогенные геологические процессы на Земле связаны с деятельностью воды как эродирующего агента. Размыв и разрушение горных пород, эрозия почв, перенос и отложение веществ - важные геологические процессы, связанные с водой.

Большинство органических веществ биосферы представляют собой продукты фотосинтеза, в результате которого в растениях, использующих световую энергию Солнца, образуются органические вещества из углекислого газа и воды. Вода - единственный источник кислорода, выделяемого в атмосферу при фотосинтезе. Вода необходима для

биохимических и физиологических процессов, происходящих в организме. Живые организмы, в том числе человек, состоящий на 80% из воды, не могут обойтись без нее. Потеря 10-20% воды приводит их к гибели.

Вода играет огромную роль в жизнеобеспечении человека. Она используется им непосредственно для питья и хозяйственных нужд, как средство передвижения и сырье для получения промышленных и сельскохозяйственных продуктов, имеет рекреационное значение, велика ее эстетическая значимость. Таково далеко не полное перечисление роли воды в природе и жизни человека.

### ***6. Состав природной воды***

В природе вода не встречается в химически чистом виде. Она представляет собой растворы сложного состава, которые включают газы ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $CH_4$  и др.), органические и минеральные вещества. В движущихся потоках воды присутствуют взвешенные частицы. В природных водах найдено подавляющее большинство химических элементов. Воды океанов содержат в среднем  $35 \text{ г/дм}^3$  (34,6-35,0‰) солей. Их основную часть составляют хлориды (88,7%), сульфаты (10,8%) и карбонаты (0,3%). Наименее минерализованы воды атмосферных осадков, ультрапресные воды горных потоков и пресных озер.

В зависимости от содержания растворенных минеральных веществ различают воды: пресные с содержанием растворенных солей до  $1 \text{ г/дм}^3$ , солоноватые - до  $1-25 \text{ г/дм}^3$ , соленые - более  $25 \text{ г/дм}^3$ . Граница между пресными и солоноватыми водами принята по среднему нижнему пределу вкусового восприятия человека. Граница между солоноватыми и солеными водами установлена на том основании, что при минерализации  $25 \text{ г/дм}^3$  температура замерзания и максимальной плотности количественно совпадает.

### ***7. Круговорот воды в природе***

Вода постоянно находится в движении - циркуляции. Ее перемещение происходит в результате механического движения - потоки воды в реках,

течения в толще океана; в результате изменения фазового состава - вода испаряется и попадает в атмосферу посредством диффузионного и конвективного потоков. Последние характерны для почв и горных пород. В северных районах наблюдается очень редкий способ передвижения воды путем возгонки. Снег (твердая фаза воды), испаряясь, сразу превращается в пар и попадает в атмосферу. Без энергетических затрат вода передвигается только вниз и только под действием сил гравитации (силы тяжести). В остальных же случаях на передвижение воды затрачивается много энергии, в основном солнечной. Ежегодно земная поверхность получает от Солнца около  $13,4 \cdot 10^{20}$  ккал тепла, из них 22% (или  $3 \cdot 10^{20}$  ккал) всей достигающей поверхности Земли энергии расходуется на испарение воды с поверхности суши, почвы, растительности и др.

Приобретая такую огромную энергию, вода повышает свою энтропию. Находясь в неустойчивом равновесии, она стремится вернуться в исходное состояние. Таким образом, происходит непрерывный замкнутый процесс циркуляции воды на Земле, именуемый *круговоротом*, или *лагооборотом*. Различают малый, большой и входящий в него внутриматериковый круговороты.

Вода, испарившаяся с поверхности океана, большей частью конденсируется и возвращается обратно в виде атмосферных осадков (*малый*, или *океанический*, *круговорот*) и частично переносится воздушными течениями на сушу. Атмосферные осадки, выпавшие на сушу, просачиваясь в почву и зону аэрации, создают запасы почвенной влаги. Проникшие глубже атмосферные осадки образуют подземные воды: грунтовые, пластовые и воды глубоких горизонтов. Часть атмосферных осадков стекает по земной поверхности, образуя ручьи и реки, а остальная часть снова испаряется. В конце концов, вода, принесенная воздушными течениями на сушу, снова достигает океана, завершая *большой круговорот воды* на земном шаре. Из большого круговорота может быть выделен еще *местный*, или *внутриматериковый*, *круговорот*, при котором вода, испарившаяся с

поверхности суши, вновь попадает на сушу в виде атмосферных осадков. Небольшая часть воды из общего объема, участвующего в круговороте, порядка 7,7 тыс. км<sup>3</sup>/год, совершает круговорот в пределах бессточных областей.

Ежегодно в круговороте на поверхности Земли участвует более 1 млн км<sup>3</sup> воды, что составляет около 0,1% объема вод активного водообмена. С поверхности морей и океана ежегодно испаряется примерно 510, а с поверхности суши - около 70 тыс. км<sup>3</sup> воды. В океан возвращается в виде осадков 90% испарившейся с его поверхности влаги и 1 % попадает в океан в виде речных, подземных и ледниковых вод. На сушу в виде атмосферных осадков попадает около 120 тыс. км<sup>3</sup> воды, из которых 58% идет на испарение, а 42% стекает обратно в моря и океаны.

Необходимо обратить внимание на описанную выше подвижность и «вездесущность» воды, которая является накопителем и транспортером многих веществ, в том числе важных для живых организмов и человека компонентов, взвешенных и растворенных в ней.

## ***8. Проблема недостатка пресной воды***

**Ресурсы пресной воды.** Пресные воды составляют ничтожную (около 2% гидросферы) долю от общих запасов воды в природе. Пресная вода, доступная для использования, находится в реках, озерах и подземных водах. Ее доля от всей гидросферы составляет 0,3%. Ресурсы пресной воды распределены крайне неравномерно, часто обилие воды не совпадает с районами повышенной хозяйственной деятельности. В этой связи возникает проблема недостатка пресной воды. Она усугубляется все возрастающими объемами ее использования. Сейчас потребление воды в народном хозяйстве в количественном отношении превышает суммарное использование всех иных природных ресурсов, так как производство в основных отраслях промышленности затрачивает огромное количество пресной воды. Так, для переработки 1 т нефти необходимо затратить около 60 т воды, для изготовления 1 т условной тканевой продукции - 1100 т, синтетического

волокна - до 5000 т воды. Для выращивания и получения 1 т зерна пшеницы затрачивается 2 т, а риса - свыше 25 т воды. Вода превращается в самое драгоценное сырье, заменить которое невозможно. Запасы и доступность водных ресурсов диктуют размещение новых производств, а проблема водоснабжения становится одной из важных в жизни и развитии человеческого общества.

**Причины недостатка пресной воды.** Проблема недостатка пресной воды возникает по нескольким причинам, основные из которых: неравномерное распределение воды во времени и пространстве, рост ее потребления человечеством, потери воды при транспортировке и использовании, ухудшение качества воды и ее загрязнение. К антропогенным причинам истощения и загрязнения пресной воды относятся следующие: отбор поверхностных и подземных вод; водоотлив из шахт, штолен; разработка месторождений - твердых полезных ископаемых, нефти и газа, промышленных вод, выплавка серы; урбанизация - жилищная застройка, энергетические объекты (АЭС, ТЭЦ). Сильно загрязняют пресные воды предприятия промышленности: химической, пищевой, целлюлознобумажной, черной и цветной металлургии, нефтеперерабатывающей, строительных материалов, машиностроительной. Загрязнения в водоемы поступают при строительстве котлованов, тоннелей, метро, гидротехнических сооружений, при дренажных работах. Загрязняют воды транспорт (автомобильный, железнодорожный, воздушный, водный), водо-, тепло-, газокоммуникации, канализация, ЛЭП. Важнейшим загрязнителем вод является сельскохозяйственное производство: земледелие, мелиорация земель (орошение, осушение, обводнение), животноводство. Опасность загрязнения пресных вод связана со складированием сырья, бытовых, промышленных и радиоактивных отходов, минеральных удобрений, ядохимикатов, нефтепродуктов. Загрязнение вод происходит при закачке в недра газов и жидкостей, заводнении нефтяных залежей, захоронении высокотоксичных отходов. Не учитывают возможного

загрязнения пресных вод грандиозные проекты преобразования природы: переброска стока рек, мелиорация, полезащитные лесополосы. Загрязнение пресных вод связано с военными учениями, испытаниями и ликвидацией ядерного, химического и других видов оружия.

Происходит изменение количества и качества пресной воды во времени. Различают сезонное (внутригодовое), многолетнее и вековое распределение ресурсов. *Сезонное распределение ресурсов пресных вод* связано с годовым метеорологическим циклом. В весенний и осенне-зимний периоды приток воды и инфильтрационное питание становятся преобладающими. В результате весеннего снеготаяния и осенних дождей увеличивается сток рек, пополняются запасы поверхностных водоемов (озер, прудов, водохранилищ), подземных и почвенных вод. В летний период преобладающим становится расход воды (испарение, отток), ресурсы пресных вод уменьшаются. *Многолетнее и вековое распределение ресурсов пресных вод* связывают с глобальными изменениями климата, эндогенными процессами, сейсмической активностью, солнечно-земными процессами. Многолетние ритмические изменения ресурсов пресных вод состоят из циклов различной длительности (3, 7, 11, 22-25 лет и т.д.). С этими периодами связаны дефицит или избыток ресурсов пресных вод.

*Рост потребления пресной воды* населением на планете определяется в 0,5-2% в год. В начале следующего столетия общий водозабор ожидается в объеме 12-24 тыс. км<sup>3</sup>. Потребление воды увеличивается в связи с ростом благосостояния, это видно на следующем примере. Потребление воды одним городским жителем южных районов России составляет: в доме без канализации 75, в доме с канализацией 120, с газовым водонагревателем 210 и со всеми удобствами 275 л/сут. Для города в средней полосе России норма потребления воды согласно «Нормам хозяйственно-питьевого потребления для населенных пунктов» (СНиП-И.31-74) составляет: в домах без ванн 125-160, с ваннами и нагревателями 160-230 и при централизованном горячем водоснабжении 250-350 л/сут.

*Потери пресной воды* растут с ростом ее потребления на душу населения и связаны с использованием воды на хозяйственные нужды. Чаще всего это объясняется несовершенством технологии промышленного, сельскохозяйственного производства и коммунальных служб. Потери воды из водонесущих коммуникаций в городах России составляют 30-35%. В городах областного значения потери воды составляют примерно 10-15 млн т в год и удваиваются через каждые 5 лет. Большие потери пресной воды происходят при разработке месторождений полезных ископаемых, при строительном осушении городских территорий.

В ряде случаев недостаток пресной воды связан с непредсказуемостью негативных последствий деятельности человека. Так, строительство каналов (Волга-Чограй, Волга-Урал), каскадов водохранилищ, орошение и обводнение пастбищ, осушение болот и т.д. не привели к ожидаемым положительным эффектам, напротив, эти проекты закончились потерей и загрязнением водных ресурсов. Печальные свидетельства игнорирования законов природы подтверждают необходимость бережного отношения к ресурсам пресных вод при их дефиците. Еще одно подтверждение неблагополучия населения - заброшенные поселки и города в районах истощения источников пресных вод.

Потери воды во многом связаны с недостаточным знанием природных условий (геолого- литологических и гидрогеологических, климатических и метеорологических, биологических свойств), внутренних закономерностей и механизмов развития экосистем. При создании водохранилищ не всегда учитываются увеличение фильтрации в их борта и увеличение испарения при увеличении водной поверхности. Создание каскада прудов на реках наносит ущерб речному стоку. Осушение болот ведет к уменьшению запасов подземных вод, нарушает веками установившийся баланс влаги и ее циркуляцию, изменяет видовой состав биоценозов и т.д. Строительство и использование каналов способствуют резкому засолению почв, заболачиванию и огромным потерям пресной воды.

*Ухудшение качества воды* связано с попаданием продуктов деятельности человека как непосредственно в воду рек и другие поверхностные водоемы, подземные воды, так и через атмосферу и почвы. Ухудшение качества пресных вод наиболее опасно и становится угрожающим для здоровья людей и распространения жизни на Земле. Его крайним состоянием является катастрофическое загрязнение вод.

*Ухудшение качества и загрязнение воды, истощение водных ресурсов* происходят постоянно. Это объясняется соприкосновением с водой и переносом различных веществ. Изменения носят циклический, реже спонтанный характер: они связаны с извержениями вулканов, землетрясениями, цунами, наводнениями и другими катастрофическими явлениями. В антропогенных условиях такие изменения состояния воды носят односторонний характер: инородные вещества, попавшие в воду, накапливаются в ней, ухудшая ее органолептические свойства. Загрязнение воды происходит, когда количество содержащихся в воде инородных веществ, особенно тех, которые оказывают неблагоприятное влияние на человека, животных и растения, достигает критических значений.

Источниками загрязнения являются многие объекты хозяйственной деятельности человека. Основные загрязняющие вещества: промышленные и коммунальные отходы, нефть и нефтепродукты, выбросы автотранспорта, отходы сельского хозяйства и животноводческих комплексов, в том числе пестициды и минеральные удобрения, радиоактивные вещества (Гольдберг, 1987).

Основными видами загрязнений считаются: физическое (определяемое по запаху, цвету); химическое (повышенная минерализация - наличие хлоридов, сульфатов, нитратов, ионов тяжелых металлов, растворенного сероводорода и других газов); органическое (углеводороды - нефть и нефтепродукты, фенол); биологическое (кишечная палочка, бактерии и другие микроорганизмы); радиоактивное, тепловое, механическое (мутность, наличие несмешивающихся жидкостей). Следует учитывать, что многие

вещества накапливаются в организмах, увеличивается их концентрация у животных, находящихся на вершинах трофических пирамид.

Таким образом, хозяйственная деятельность человека существенно влияет на истощение водных ресурсов. Рост отбора и потребления воды, сброс воды без очистки при строительном дренаже и шахтном водоотливе служат важнейшими причинами растущего истощения водных ресурсов.

**Охрана водных ресурсов от загрязнения и истощения.** Масштабы загрязнения и истощения водных ресурсов в настоящее время приняли угрожающий характер. Остро встала проблема нехватки пресной воды в густонаселенных районах, крупных промышленных центрах, в местах орошаемого земледелия. Отсутствие чистой питьевой воды, загрязнение водоемов являются причиной многих заболеваний человека, губительно сказываются на животном и растительном мире Земли. Во многих местах загрязнение пресных вод переходит из разряда локального в региональный.

Охрана водных ресурсов как составная часть охраны окружающей природной среды представляет собой комплекс мер (технологических, биотехнических, экономических, административных, правовых, международных, просветительных и т.д.), направленных на рациональное использование ресурсов, их сохранение, предупреждение истощения, восстановление природных взаимосвязей, равновесия между деятельностью человека и средой. Важными принципами охраны вод являются следующие:

профилактика - предупреждение негативных последствий возможного истощения и загрязнения вод;

комплексность водоохраных мер - конкретные водоохраные меры должны быть составной частью общей природоохранной программы;

повсеместность и территориальная дифференцированность;

ориентированность на специфические условия, источники и причины загрязнения;

научная обоснованность и наличие действенного контроля за эффективностью водоохраных мероприятий.

Важнейшими *технологическими мерами* охраны водных ресурсов являются совершенствование технологий производства, внедрение безотходных технологий. В настоящее время применяется и совершенствуется оборотная система водоснабжения, или повторное использование воды.

Поскольку избежать полностью загрязнения воды невозможно, применяются биотехнические меры охраны водных ресурсов очистка сточных вод от загрязнения. Основные методы очистки механические, химические и биологические.

*При механической очистке* сточных вод нерастворимые примеси удаляются при помощи решеток, сит, жироловок, маслотовушек и т.д. Тяжелые частицы осаждают в отстойниках. Механической очисткой удается освободить воду от нерастворенных примесей на 60-95%.

*При химической очистке* применяются реагенты, переводящие растворимые вещества в нерастворимые, связывают их, осаждают и удаляют из сточных вод, которые очищаются еще на 25-95%.

*Биологическая очистка* проводится двумя способами. Первый в естественных условиях - на специально подготовленных полях фильтрации (орошения) с оборудованными картами, магистральными и распределительными каналами. Очистка происходит естественным способом путем фильтрации воды через почву. Органический фильтрат подвергается бактериальному разложению, воздействию кислорода, солнечных лучей и используется в дальнейшем в качестве удобрения. Используется также каскад прудовотстойников, в которых естественным путем происходит самоочищение воды. Второй - ускоренный способ очищения сточных вод производится в специальных биофильтрах через пористые материалы из гравия, щебня, песка и керамзита, поверхность которых покрыта пленкой микроорганизмов. Процесс очистки сточных вод на биофильтрах происходит интенсивнее, чем на полях фильтрации.

В настоящее время практически ни один город не обходится без очистных сооружений, причем все указанные способы применяются в комплексе. Это дает хороший эффект.

### ***9. Регулирование рационального использования и охрана водных ресурсов***

Охрана вод регулируется законодательством Российской Федерации о недрах (подземные воды являются как полезным ископаемым, так и водными объектами) и водным законодательством, а также рядом правительственных и ведомственных нормативных актов (инструкций, положений, базовых и государственных нормативов). Водное законодательство представлено Водным кодексом Российской Федерации (ноябрь 1995) и принимаемыми в соответствии с ним федеральными законами и иными нормативными правовыми актами, а также законами и нормативными правовыми актами ее субъектов, регулиующими водные отношения. Водное законодательство Российской Федерации регулирует отношения в области использования и охраны водных объектов в целях:

- обеспечения прав граждан на чистую воду и благоприятную среду;
- поддержания оптимальных условий водопользования;
- поддержания качества поверхностных и подземных вод в состоянии, отвечающем санитарным и экологическим требованиям;
- защиты водных объектов от загрязнения, засорения и истощения;
- предотвращения или ликвидации вредного воздействия вод, а также сохранения биологического разнообразия водных экосистем.

Закон «О недрах» (февраль 1992) регулирует отношения, связанные с геологическим изучением, использованием и охраной подземных вод как полезного ископаемого. Он «содержит правовые и экономические основы комплексного рационального использования и охраны недр, обеспечивающие защиту интересов государства и граждан Российской Федерации, а также пользователей недр».

Требования к качеству питьевых вод содержатся в утвержденных нормативах предельно допустимых концентраций (ПДК) веществ в воде,

стандартах качества воды, изложенных в ГОСТах, Технических условиях, Требованиях. К ним относятся: ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством», «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения» (СанПиН 4630-88). Санитарные правила и нормы изложены в «Требованиях к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников» (Санитарные правила и нормы на питьевую воду, СанПиН 2.1.4.544-96); «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» (СанПиН 2.1.4.559-96).

Гостом предусмотрена определенная система сертификации питьевой воды, материалов, технологических процессов и оборудования, применяемых в хозяйственно-питьевом водоснабжении. Основные положения утверждены постановлением Госстандарта России и Госкомсанэпиднадзора России (28.04.1995 г. № 8/5).

Пользование водами регулируется лицензиями, которые имеют разрешительный характер. Права и обязанности владельца водным объектом, цели и сроки его использования и т.д. оговорены в «Положении о порядке лицензирования пользования недрами» (утверждено постановлением Совета Министров Российской Федерации от 15.07.92 № 3314-1), в Инструкции по применению «Положения о порядке лицензирования пользования недрами» к участкам недр, предоставляемым для добычи подземных вод, а также других подземных ископаемых, отнесенных к категории лечебных» (зарегистрирована в

Министерстве юстиции Российской Федерации. Регистрационный номер 583 от 26.05.94.).

**Контроль качества и охрана поверхностных вод.** Поверхностные воды (водоемы и реки) в наибольшей степени подвержены загрязнению и ущербу. По данным Государственного доклада «О состоянии окружающей среды Российской Федерации» (1998), в поверхностные воды России

сбрасывается (тыс. т в год): нефтепродуктов 39,4, фосфора - 60, фенола - 0,22, поверхностно активных веществ (ПАВ) - 8,9, соединений меди - 0,9, железа - 51,2, цинка - 1,6. Общий объем сточных вод, сброшенных в поверхностные воды, за последнее десятилетие в среднем за год составляет 50-60 км<sup>3</sup>. Нефтепродукты, фенолы, легко окисляемые органические вещества, соединения металлов, аммонийный и нитритный азот, а также специфические вредные вещества - лигнин, ксантогенаты, формальдегид и др. уже являются самыми распространенными инородными веществами в поверхностных водах.

Качество речных вод основных водных артерий России оценивается в среднем как загрязненное: в Волге и ее притоках вода загрязненная, в Оке - сильно загрязненная, в Дону и Тереке - от грязной до чрезвычайно грязной, в Днепре - от слабо загрязненной до грязной.

К поверхностным водам должны применяться в самой жесткой форме все меры охраны их от загрязнения и истощения. Поверхностные воды являются пока еще основным источником питьевых вод, связующим звеном с подземными водами, в них сосредоточены запасы рыбных ресурсов и т.д. Среди охранных мер по регулированию качества и ресурсов поверхностных вод должны доминировать профилактические меры, предотвращающие попадание загрязняющих веществ в водоемы и реки. Это переход на безотходные технологии в промышленности и сельском хозяйстве, а также жесткая очистка сточных вод.

**Наблюдение за качеством и охрана подземных вод.** Причины ухудшения качества и загрязнения подземных вод связаны с деятельностью предприятий промышленности (37%), сельского (16%) и жилищно-коммунального (10%) хозяйства, обусловлены также совместным воздействием различных объектов (9%), подтягиванием некондиционных природных вод при нарушении режима эксплуатации водозаборов (13%).

Основными веществами, которые ухудшают качество и загрязняют подземные воды, являются: сульфаты, хлориды, соединения азота (нитраты,

нитриты, аммиак и аммоний), нефтепродукты, фенолы, соединения железа, тяжелые металлы (медь, цинк, свинец, кадмий, никель и ртуть). Среди 28% выявленных очагов загрязнения содержание указанных выше веществ изменяется в пределах 10-100 ПДК, среди 12%- превышает 100 ПДК.

Ухудшение качества и загрязнение подземных вод по-прежнему в большинстве случаев носит локальный характер и в основном ограничивается размерами источника загрязнения. Из общего количества очагов менее 10% имеют площадь, превышающую 10 км<sup>2</sup>. Крупные очаги ухудшения качества и загрязнения подземных вод по-прежнему остаются в Мурманской и Ленинградской областях. Опасные очаги остаются в Московской и Пермской областях, в пределах отработанных шахтных полей бурого угля Тульской области и месторождений нефти в Республике Татарстан, в районе городов Волгограда, Волжского, Краснодара, Оренбурга, Магнитогорска, Усоля-Сибирского, Кемерово, Комсомольска-на-Амуре, Хабаровска и др. Наибольшую экологическую опасность представляет ухудшение качества и загрязнение подземных вод на водозаборах питьевого водоснабжения, которое было отмечено в 90 городах и поселках, на 600 водозаборах.

Мероприятия по охране подземных вод от истощения и загрязнения подразделяются на профилактические и специальные, общие и конкретные. К *профилактическим мероприятиям* относятся следующие:

тщательный выбор места расположения строящегося объекта, антропогенное воздействие которого

на подземные воды будет минимальным;

оснащение соответствующим оборудованием и соблюдение зон санитарной охраны; учет степени защищенности подземных вод;

соблюдение режима эксплуатации, определенного нормативными документами и экспертизой Государственной комиссии по запасам (ГКЗ);

организация и ведение мониторинга подземных вод. Одним из наиболее важных профилактических мероприятий является создание зон санитарной охраны (ЗСО), которое регламентируется Положением о порядке проектирования и эксплуатации зон санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения. Водоохранные зоны состоят из трех поясов, специальные мероприятия в которых исключают возможность загрязнения подземных вод. Первый пояс водоохранных зон - пояс строгого режима. Он включает территорию, на которой расположены водозаборные, водопроводные и водоподводящие сооружения. Границы пояса устанавливаются в виде заградительной линии на расстоянии не менее 30-50 м от сооружений в зависимости от степени природной защищенности водоносного горизонта. Для береговых (инфильтрационных) водозаборных сооружений в границы первого пояса включается вся территория между рекой и водозаборными сооружениями, но не более 150 м. Здесь запрещены все виды строительства, не имеющие отношения к эксплуатации водозаборного сооружения, осуществляются планировка и отвод поверхностного стока, строгий контроль за состоянием воды и охрана территории. Второй и третий пояса водоохранных зон - пояса ограничений. Они предназначены для защиты подземных вод от микробного (второй пояс) и химического (третий пояс) загрязнения. Площади зон определяются из расчета времени, за которое патогенные организмы погибают, а химические загрязнители полностью адсорбируются и нейтрализуются.

Во втором и третьем поясах запрещены строительство, складирование отходов, размещение предприятий промышленности и сельского хозяйства. Постоянно осуществляется контроль за благоустройством и санитарным состоянием территории.

*Специальные мероприятия* по охране подземных вод от загрязнения направлены на изоляцию источников и очагов загрязнения, перехват загрязненных вод. При истощении вод применяют меры искусственного

пополнения и увеличения питания подземных вод. Необходимы своевременная разработка и применение мер по утилизации шахтных и дренажных вод, мер, сокращающих использование пресных вод на технические нужды, по бережному расходованию воды, уменьшение потерь при ее транспортировке и распределении.

Таким образом, охрана подземных вод включает общие меры: строгое соблюдение законодательных актов, уменьшение промышленных отходов, создание безотходных производств - и конкретные: многократное использование вод, строительство очистных сооружений, соблюдение правил при разведке подземных вод, строительстве и эксплуатации водозаборов.

**Качество и охрана вод морей и Мирового океана.** За последнее время большую тревогу вызывает загрязнение морей и Мирового океана в целом (фоновое загрязнение). Основные источники загрязнения - бытовые и промышленные сточные воды (в прибрежных районах сосредоточено 60% крупных городов), нефть и нефтепродукты, радиоактивные вещества. Особо опасны загрязнения нефтью и радиоактивными веществами. Предприятия приморских городов выбрасывают в море тысячи тонн различных, как правило, неочищенных отходов, в том числе канализационные стоки. В моря выносятся загрязненные речные воды. Нефть и нефтепродукты попадают в воду в результате промывки цистерн, емкостей, в которых транспортируется нефть. Огромное количество нефти попадает в океан и в моря при авариях танкеров, нефтепроводов на нефтепромыслах, при разведке и эксплуатации нефтяных месторождений в зоне материковых шельфов. При авариях нефтяных скважин в море выбрасываются многие тысячи тонн нефти.

Загрязнение является причиной гибели морских животных: ракообразных и рыб, водоплавающих птиц, тюленей. Известны случаи гибели около 30 тыс. морских уток, массовой гибели морских звезд в начале 1990-х гг. в Белом море. Нередки случаи закрытия пляжей в связи с опасными концентрациями загрязняющих веществ в морской воде,

вызванными многочисленными авариями судов, перевозящих нефть и нефтепродукты.

Загрязнение вод Мирового океана радиоактивными веществами происходит в результате испытаний атомного оружия. Площадь заражения после испытаний может достигать 2,5 млн км<sup>2</sup>. Аварии атомных подводных лодок, судов с атомными реакторами, без сомнения, также являются важными источниками радиоактивного заражения значительных площадей морей и океанов. В 1980-е гг. практиковалось захоронение радиоактивных отходов в контейнерах, которые сбрасывали в наибольшие глубины океана. Мировая общественность противостояла этому довольно успешно. Загрязнение морской воды приводит к концентрации радиоактивных веществ в растениях и животных по цепям питания. Известны случаи, когда концентрация радиоактивных веществ на вершинах трофических пирамид превышала фоновую более чем в 50 тыс. раз.

Степень загрязнения морской воды в значительной степени зависит от отношения к этой проблеме государств, граничащих с морями и океанами. Все внутренние и окраинные моря России испытывают мощный антропогенный пресс, включая многочисленные плановые и аварийные сбросы загрязняющих веществ. Уровень загрязнения российских морей (за исключением Белого моря), по данным Государственного доклада «О состоянии окружающей среды Российской Федерации», в 1998 г. превышал ПДК по содержанию углеводородов, тяжелых металлов, ртути, фенолов, поверхностно активных веществ (ПАВ) в среднем в 3-5 раз.

Мероприятия по охране вод морей и Мирового океана заключаются в устранении причин ухудшения качества и загрязнения вод. Особые меры по предупреждению загрязнения морской воды следует предусматривать при разведке и освоении нефтяных и газовых месторождений на материковых шельфах. Необходимо ввести запрет на захоронение токсичных веществ в океане, сохранять мораторий на испытания ядерного оружия под водой. Следует предпринимать быстрые меры по ликвидации последствий аварий и

катастроф, при которых в океан попадают токсичные продукты. Проблема охраны вод Мирового океана является глобальной, она касается всех государств планеты. Для охраны вод Мирового океана необходимы совместные усилия всех государств мирового сообщества, ООН и ее подразделений. В значительной степени такие меры могут иметь успех при участии государств в международных природоохранных программах, которые разработаны и предлагаются соответствующими конвенциями, предусмотрены международными соглашениями.

### ***10. Правовые основы охраны водных ресурсов***

В 1990-е гг. в России произошли серьезные изменения в организационно-функциональной структуре министерств и ведомств, ответственных за минерально-сырьевую базу России. К сожалению, к 1999 г. структура еще не получила своего законченного развития. В сфере природопользования и охраны природных ресурсов координация осуществляется Министерством природных ресурсов (МПР) Российской Федерации (согласно Конституции Российской Федерации недра и водные объекты являются предметом совместного ведения Российской Федерации, включая МПР и субъекты Федерации).

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 17.05.97 № 588 МПР России с участием федеральных органов разрабатывает основные направления государственной политики в сфере использования, охраны и воспроизводства природных ресурсов. В задачу МПР России также входят: разработка и реализация государственных целевых программ использования и охраны природных ресурсов; подготовка предложений по усовершенствованию действующего законодательства; разработка нормативно-методических документов по использованию и охране природных ресурсов. Министерство природных ресурсов принимает решения по вопросам изучения и прогноза изменения состояния естественных богатств. Осуществлен ряд мероприятий по реформированию

территориальных органов и созданию новой системы управления государственным фондом недр и водным фондом (структурная перестройка).

На 1999 г. основными законодательными и нормативными актами, которые регламентируют охрану водных ресурсов являются: Закон Российской Федерации «О недрах», Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» и Водный кодекс Российской Федерации.

На уровне проектов, в различной стадии обсуждения и доработки находятся следующие законодательные акты: «О лицензировании пользования недрами», «О внутренних водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации». Приняты основополагающие постановления Правительства РФ по соответствующим вопросам, проекты которых подготовлены МПР России: «Об утверждении Положения о ведении государственного мониторинга водных объектов», «Об утверждении Правил пользования водных объектов, находящихся в государственной собственности, установлении и пересмотре лимитов водопользования, выдачи лицензии на водопользование и распорядительной лицензии», «Об утверждении Положения об осуществлении государственного контроля за использованием и охраной водных объектов», «О порядке эксплуатации водохранилищ». Проект правительственного постановления «О концепции государственной политики в сфере воспроизводства, использования и охраны природных ресурсов» находится на согласовании в заинтересованных министерствах и госкомитетах. Введены в действие нормативные межведомственные акты «Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод»; подзаконные нормативные (разъяснительные) акты: «Инструкция о порядке согласования и выдачи лицензий на водопользование по поверхностным водным объектам», «Методические рекомендации по государственной регистрации лицензий на водопользование...».

Мировое сообщество в области охраны окружающей среды руководствуется Программой действий по реализации «Повестки дня на XXI век», принятой на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (1992). Россия принимает активное участие в Программе ООН по окружающей среде (ЮНЕП), обеспечивает обязательства по международным договорам (конвенциям и соглашениям): о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение; по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер; по защите морской среды района Балтийского моря; по защите Черного моря от загрязнения; по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов. В России реализуется проект «Комплексное управление окружающей средой Волго-Каспийского региона», разрабатываются проекты федеральных целевых программ: «Создание Единой государственной системы экологического мониторинга», «Комплексное управление прибрежными зонами Черного и Азовского морей...», «Обеспечение населения России питьевой водой», «Оздоровление окружающей среды и населения Кемеровской области», «Возрождение Волги», «Мировой океан», «Экологическая безопасность Урала», «Создание и развитие ЕГСЭМ (постановление Правительства РФ от 24 ноября 1993 г. № 1229).

### ***11. Мониторинг водных ресурсов, качества и загрязнения воды***

*Мониторинг* - это система наблюдений и контроля над состоянием среды с целью разработки мероприятий по рационализации использования природных ресурсов, охране окружающей природной среды, предупреждению критических ситуаций, своевременной оценке состояния и прогнозу изменений, в том числе последствий антропогенных воздействий. Различают следующие типы мониторинга: глобальный (биосферный), геофизический, климатический, экологический, биологический, окружающей природной и геологической среды и др. По территории охвата - международный, государственный, региональный, национальный, локальный, импактный. По методам исследований - дистанционный и

непосредственный. По объектам наблюдения - окружающей природной среды, почв, биологических ресурсов суши, лесной, подземных вод и др.

Под мониторингом водных ресурсов понимается система непрерывного (текущего) и комплексного отслеживания состояния водных ресурсов, контроля и учета количественных и качественных характеристик во времени, взаимообусловленного воздействия и изменения потребительских свойств, а также система прогноза сохранения и развития в разных режимах использования. Элементы этой системы давно существуют в министерствах и ведомствах природно-ресурсного комплекса. Систематические наблюдения за состоянием недр и водного фонда осуществляются МПР России и Росгидрометом. На территории РФ развернута система государственного мониторинга геологической среды (ГМГС), которая контролирует также блок «подземные воды». Система ГМГС включает около 15 тыс. наблюдательных пунктов, которые размещены практически во всех регионах страны. Основные задачи ГМГС: управление структурой на региональном уровне, обеспечение информацией о текущем состоянии геологической среды (включая подземные воды) и о прогнозах ее изменения под влиянием природных и техногенных факторов, ведение специализированного банка данных. Важным элементом системы является Государственный банк цифровой геологической информации (ГБЦГИ).

Государственный мониторинг водных объектов (Росгидромет ведет наблюдения на 4 тыс. пунктах - на реках, озерах и водохранилищах) включает поверхностные воды суши, морей, водохозяйственные системы и сооружения (в том числе водохранилища).

Объектом мониторинга окружающей природной среды является оценка ее качества и уровня загрязнения как необходимого условия для принятия научно обоснованных решений об эффективности природоохранных мер. В соответствии с Законом Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» (1991) организационной структурой, обеспечивающей

осуществление мониторинга, стала Государственная служба наблюдения за состоянием окружающей природной среды (ГСН) Росгидромета. Служба состоит из ряда систем, в том числе наблюдения за загрязнением морской среды (602 пункта наблюдения), наблюдения за загрязнением поверхностных вод (120 объектов наблюдения за гидробиологическими показателями, 1132 объекта наблюдения за гидрохимическими показателями).

### ***ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ***

1. Расскажите, как распределяется вода на Земле. Какое она имеет значение?
2. Как происходит круговорот воды на планете и какое влияние он оказывает на природные процессы?
3. Каков состав пресной воды?
4. В чем причины недостатка пресной воды в разных районах Земли?
5. Какие производства используют наибольшее количество воды?
6. Какие вещества, загрязняющие водоемы, наиболее опасны и почему?
7. Как можно определить уровень загрязнения водоемов?
8. Что значит «самоочищение водоемов»?
9. Какие существуют методы очистки сточных вод?
10. Какое значение имеют подземные воды? Как их используют и в каких случаях вынуждены бороться с ними?
11. С чем связано истощение подземных вод?
12. Как происходит загрязнение вод Мирового океана и внутренних морей?