

Лекция 5

Экология гидросферы

Гидросфера – одна из главнейших составляющих нашей планеты. Она объединяет все свободные воды, которые могут передвигаться под влиянием солнечной энергии и сил гравитации, переходить из одного состояния в другое. Моря и океаны занимают около 71% земной поверхности, в них сосредоточено около $1,4 \times 10^9 \text{ км}^3$ воды, что составляет 96,5 % всего объема гидросферы. Роль океана в жизни биосферы огромна: в нем протекает основное количество химических реакций, обуславливающих производство биомассы и химическую очистку биосферы.

Суммарная площадь всех внутренних водоемов суши составляет менее 3 % ее площади. На долю ледников приходится 1,6 % запасов воды в гидросфере, а их площадь составляет около 10 % площади континентов. Основная масса ледников – 90% - сосредоточена в Антарктиде, но наибольшую площадь на планете занимают морские льды и сезонный снежный покров, хотя масса их в сотни раз меньше массы ледникового льда. В Северном полушарии в акватории Северного Ледовитого океана морской лед сохраняется летом на площади 8 млн. км^2 , а зимой он распространяется на территории почти 18 млн. км^2 , что в 2 раза больше площади Австралии. В Южном полушарии вокруг Антарктиды морской лед зимой покрывает 20 млн. км^2 . Лед в ледниках непрерывно движется, что в прошлом неоднократно способствовало распространению ледниковых покровов на больших участках суши и моря. Однако скорость движения ледникового льда на 2 – 3 порядка меньше скорости движения воды в океане.

Основоположник учения о биосфере В.И. Вернадский, в 20-х годах прошлого века, писал: «Существование ледяной и снежной области в биосфере по ее прямым и косвенным последствиям является одной из важнейших черт строения области жизни».

Роль снега и льда в жизни земного шара становится все более очевидной и многогранной. Снег – это твердые атмосферные осадки, состоящие из мелких ледяных кристалликов и их сrostков (снежинок). Образование снежинок начинается в верхних слоях тропосферы при низких отрицательных температурах воздуха путем конденсации молекул водяного пара на так называемых, ядрах конденсации, когда относительная влажность воздуха достигает 100 %.

Ядрами конденсации служат пылинки любого минерального состава, рассеянные в атмосфере: космическая пыль, продукты вулканических извержений, кристаллики морской соли, пыль, поднятая с земли песчаными бурями, пыльца растений, а также загрязнители атмосферы антропогенного происхождения (дым и сажа из труб промышленных предприятий, выбросы автотранспорта, продукты различных взрывов, включая атомные). Таким образом, с

самого начала своего образования, снежинка включает в свой состав инородную минеральную частицу и тем самым участвует в очищении атмосферы от примесей.

В экологическом отношении наибольшее значение имеет само появление снежного покрова, резко меняющее теплофизическое состояние земной поверхности, так как его «белоснежная» поверхность обладает много большей отражательной способностью (альбедо), чем свободная от снега почва и растительный покров. Альбедо чистого свежевыпавшего снега 80 – 85 %, к весне оно снижается до 45 – 50 %, а альбедо почвы и растительного покрова редко превышает 20 %. В результате покрытая снегом поверхность недополучает огромную массу энергии солнечной радиации, отражая ее обратно в космос. Снежный покров в среднем за год покрывает до 60 млн. км² поверхности планеты.

Важнейшее свойство гидросферы – *единство всех видов природных вод* (мирового океана, вод суши, водяного пара в атмосфере, подземных вод), которое осуществляется в процессе круговорота воды в природе. Движущими силами этого глобального процесса служит поступающая на поверхность Земли тепловая энергия Солнца и силы тяжести, обеспечивающие перемещение и возобновление природных вод всех видов.

Под воздействием тепловой энергии Солнца с поверхности Мирового океана и континентов ежегодно испаряются 577 км³ вод (слой 1130 мм) и перемещается вместе с воздушными массами. Часть воды возвращается в Мировой океан в виде выпадающих атмосферных осадков, формирующих звено малого круговорота воды в природе. Другая часть также в виде атмосферных осадков перемещается 3 воздушными течениями на континенты, образуя звено большого круговорота воды в природе, в котором участвуют испарение с поверхности суши и атмосферные осадки, а также речной сток, частично возвращающийся в Мировой океан.

Климат на земле во многом зависит от водных пространств и содержания водяного пара. Из всех параметров климата наибольшее значение для живых организмов имеет температура, так как биологические процессы нормально протекают в довольно узком диапазоне температур – от 0 до 50 С. Даже кратковременные нарушения климатического температурного режима могут привести к серьезным нарушениям флоры и фауны.

Вода выступает в качестве одного из важнейших экзогенных факторов, видоизменявших лик земной поверхности. Теплоемкость воды в 3,3 тыс. раз больше теплоемкости воздуха. Поглощая огромное количество тепловой энергии и медленно ее отдавая, вода служит *регулятором климатических процессов глобального масштаба*.

Вода входит в *состав клеток и тканей любого животного и растения*. Сложнейшие реакции в животных и растительных организмах могут протекать только при наличии воды. Жизнь на Земле зародилась в воде, она стала первичной средой для эволюции органического

мира и входит в состав всех живых существ. По химическому составу морская вода, где развивалась начальная земная жизнь, очень близка к человеческой крови. Концентрация растворенных в морской воде солей составляет около 3,5 %, причем по химическому составу на 99,9 % это десять ионов: натрий, калий, хлор, бром, фтор, магний, кобальт и др. Соотношение главных ионов на протяжении миллионов лет остается постоянным, несмотря на непрерывный обмен веществ между океаном и сушей.

Водные ресурсы обладают *способностью к возобновлению и самоочищению* в процессе круговорота веществ. Факторы самоочищения водоемов многочисленны и разнообразны. Условно их можно разделить на три группы: физические, химические и биологические.

Среди *физических факторов*, обуславливающих самоочищение водоемов, первостепенное значение имеют *разбавление, растворение и перемешивание* поступающих загрязнений. Интенсивное течение реки обеспечивает хорошее перемешивание и снижение концентраций взвешенных частиц. Оседание в воде нерастворимых осадков, а также отстаивание загрязненных вод способствует самоочищению водоемов.

Увеличение интенсивности действия физических факторов способствует быстрому отмиранию загрязняющей микрофлоры. Микроорганизмы в силу собственной тяжести или осаждения на других органических и неорганических частицах постепенно оседают на дно, подвергаются действию других факторов. Исключение составляет температурный фактор. Снижение температуры воды благоприятствует длительному сохранению попадающих в водоемы бактерий и вирусов.

Важным физическим фактором самоочищения водоемов является ультрафиолетовое излучение Солнца. Под влиянием этого излучения происходит обеззараживание воды. Эффект обеззараживания основан на прямом губительном воздействии ультрафиолетовых лучей на белковые коллоиды и ферменты протоплазмы микробных клеток. Ультрафиолетовое излучение может воздействовать не только на обычные бактерии, но и споровые организмы и вирусы.

В ходе *химического самоочищения* при осаждении на дно водоемов или при фильтрации в пласте, вредные химические вещества сорбируются частицами пород, окисляются и восстанавливаются, выпадают в осадок, однако, как правило, полного самоочищения загрязненных вод не происходит.

Биологическое самоочищение водоемов обеспечивается совокупной деятельностью населяющих их организмов. Каждый водоем – это сложная экосистема, где обитают растения, специфические организмы и микроорганизмы, 5 которые постоянно размножаются и отмирают. За 40 дней весь поверхностный пятисотметровый слой воды в океане проходит через фильтрационный аппарат планктона, а в течение года вся вода в океане очищается этим

биологическим «фильтром». Одна из важнейших природоохранных задач состоит в том, чтобы поддержать способность вод к самоочищению. Вода является одним из важнейших природных ресурсов, во многом определяющих технический и социальный прогресс тех или иных регионов и стран. Вода является обязательным компонентом практически всех технологических процессов как сельскохозяйственных, так и промышленных производств. Количество потребляемой пресной воды в сотни раз превосходит масштабы потребления всех остальных природных ресурсов вместе взятых.

Водопотребление и основные источники загрязнения водных объектов

Потребление воды. Основой водных ресурсов России является речной сток, составляющий в среднем, по водности года 4262 км^3 , из которых около 90% приходится на бассейны Северного Ледовитого и Тихого океанов. На бассейны Каспийского и Азовского морей, где проживает свыше 80% населения России и сосредоточен ее основной промышленный и сельскохозяйственный потенциал, приходится менее 8% годового объема речного стока. По данным Государственного водного кадастра, суммарный забор воды из природных водных объектов составляет в среднем $87,3 \text{ км}^3$ в год. Из них для хозяйственных нужд расходуется примерно $60,2 \text{ км}^3$ воды, в том числе из поверхностных источников – $52,2 \text{ км}^3$, подземных – $9,7 \text{ км}^3$, морской воды – $4,3 \text{ км}^3$. Структура использования свежей воды отраслями экономики выглядит следующим образом: промышленность – 57,3%, жилищно-коммунальное хозяйство – 20,5%, сельское хозяйство – 18,9%, другие водопотребители – 3,3%.

В промышленности вода используется для приготовления растворов, охлаждения и нагревания жидкостей и газов, очистки растворов и газовых смесей, для транспортировки сырья, для теплоэнергетических целей, для удаления отходов, мытья оборудования, тары, помещений и т.д. Много воды требуется химической промышленности. Для примера, средний химический комбинат ежедневно расходует (потребляет и отводит) 1 – 2 млн. м^3 воды. При этом к качеству потребляемой воды предъявляются достаточно высокие требования, что вызывает необходимость сложных технологических процессов водоподготовки и водоочистки. Постоянное увеличение расходования воды промышленностью связано не только с быстрым ее развитием, но и с ростом водоемкости производства, т.е. с увеличением расхода воды на единицу продукции. Так, на производство 1 тонны продукции расходуется воды (в м^3): чугуна и стали – 15 – 20 (м^3); кальцинированной соды – 10(м^3); серной кислоты – 25 – 80(м^3); азотной кислоты – 80 – 180(м^3); вискозного шелка – 300 – 400(м^3); синтетического волокна – 500(м^3); меди – 500(м^3); пластмасс – 500 – 1000(м^3); синтетического каучука – 2000 – 3000(м^3) и т.д. Большие объемы воды потребляет сельское хозяйство. При этом $\frac{3}{4}$ ее теряется

безвозвратно. Например, при выращивании 1 тонны пшеницы за вегетационный период требуется 1500 м^3 воды, 1 т риса – 7000 м^3 , хлопка – $10\,000 \text{ м}^3$ воды.

Поверхностные воды являются так же источником *хозяйственно-питьевого водоснабжения* многих крупных городов. Почти в половине городов с населением свыше 100 тыс. человек централизованное водоснабжение либо полностью основано на поверхностных водах, либо составляет более 90% в балансе водопотребления. Вместе с тем, свыше 65% населения РФ проживает в условиях дефицита пресной воды. Мощность водопроводов составляет 90 млн. м^3 в сутки, дефицит мощности водозаборов превышает 10% имеющейся мощности водопроводов. В связи с этим при среднем уровне удельного водопотребления по РФ на 7 хозяйственно-питьевые и коммунально-бытовые нужды - 264 л/сут на одного жителя, в ряде регионов этот показатель не превышает 150 – 200 л/сут.

Так как поверхностные воды практически не защищены от загрязнения, население этих городов находится под постоянной угрозой потребления воды, не соответствующей нормативам качества.

Для водоснабжения *сельских населенных пунктов* в основном используются подземные воды (9,8 млн. м^3 /сут или 87% общего объема водопотребления), а также поверхностные источники (1,4 млн. м^3 /сут или 13%). Из водопроводов не сельскохозяйственного назначения сельские потребители получают 430 тыс. м^3 /сут. В отдельных районах используется привозная вода (140 тыс. м^3 /сут). В сельской местности водой низкого качества пользуется 16,6 млн. чел. (45%), в том числе 11,1 млн. человек используют воду не питьевого качества из децентрализованных источников и 5,5 млн. человек потребляют недоброкачественную воду из сельских централизованных систем водоснабжения.

Использование воды для хозяйственных целей – одно из звеньев круговорота воды в природе. Но антропогенное звено круговорота отличается от естественного тем, что в процессе испарения лишь часть использованной человеком воды возвращается в атмосферу опресненной. Другая часть (составляющая при водоснабжении городов и большинства промышленных предприятий, т.е. около 90%) сбрасывается в реки и водоемы в виде сточных вод, загрязненных отходами производства.

«Особенности гидросферы»

Загрязнение вод. Своеобразие и уникальность природы России определяет большой спектр сочетаний экологических условий формирования качества поверхностного стока.

При отсутствии как гидробиологических, так и гидрохимических наблюдений на отдельных водных объектах степень их загрязнения, а следовательно, и экологическое состояние оцениваются на основании косвенных данных, прежде всего исходя из объема сбросов в водные объекты сточных вод с учетом степени их очистки.

К относительно чистым отнесены водные объекты, бассейны которых характеризуются большой залесенностью, отсутствием крупных промышленных предприятий, регулярного судоходства и молевого лесосплава.

Умеренно загрязненные водные объекты имеют признаки эвтрофирования, что позволяет использовать их как для промышленного, так и для питьевого водоснабжения.

В загрязненных водных объектах повышенные концентрации вредных веществ опасны для рыбоводства; для питьевого водоснабжения использование воды ограничено и допустимо лишь для некоторых технических целей.

Поверхностные воды как составная часть природной среды тесно связаны с состоянием литогенной основы, климатом и напряженностью антропогенных процессов. В зависимости от географического положения района загрязнение воды (изменение качества) происходит следующим образом:

- 1) путем сброса непосредственно в водотоки и водоемы отходов хозяйственной деятельности, промышленных и коммунальных сточных вод и т.д.;
- 2) через почву в процессе плоскостного стока и поверхностного смыва почвогрунтов (водная эрозия);
- 3) через почву в процессе грунтового питания речных систем;
- 4) через атмосферу за счет попадания загрязненных атмосферных осадков.

Согласно инструкции «Классификация источников загрязнения водных объектов» (1985г.) источники загрязнения имеют следующие *признаки классификации*: происхождение; локализация; продолжительность воздействия; вид носителя загрязняющих компонентов; вид загрязнения.

Каждый из указанных признаков включает несколько типов поставщиков загрязнений:

- 1) по происхождению: антропогенные, в том числе, промышленные, коммунальные, сельскохозяйственные, транспортные, прочие; природные, в том числе, атмосферные, гидросферные, литосферные.
- 2) по локализации: точечные, линейные, площадные.
- 3) по продолжительности воздействия: постоянные, периодические, эпизодические.
- 4) по виду носителя загрязняющих компонентов: сточные воды, возвратные воды орошения и дренажные, инфильтрационные воды, подземные воды, поверхностный сток, нефть и газ при добыче и транспортировке, аэрозоли, атмосферные осадки, прочие;
- 5) по виду загрязнения: химические, неорганические, физические, тепловое, радиационное, биологическое, микробное, гельминтологическое, гидрофлорное.

Для каждого из источников загрязнений воды указанная инструкция приводит определения, очерчивающие границы его применения.

Промышленный источник – это хозяйственный объект, из которого происходит вынос загрязняющих веществ, полученных в процессе промышленного производства или являющихся продуктами промышленной переработки (выпуск сточных вод, промплощадка и т.п.).

Коммунальный источник - также хозяйственный объект, из которого происходит вынос загрязняющих веществ, образующихся в процессе удаления отходов бытовой деятельности людей (территория населенного пункта, свалка, полигон твердых и жидких бытовых отходов, поля фильтрации, орошения, выпуск сточных вод и т.п.).

Сельскохозяйственные источники образуются в процессе сельскохозяйственного производства (пахотные поля, рисовые поля, животноводческая ферма, осушительный коллектор и т.п.).

Транспортный источник – хозяйственный объект, по которому (или посредством которого) происходит перенос загрязняющих веществ по территории (автомагистраль, загрязненный водосток, трубопровод какого-то продукта, транспортное средство и т.п.).

Промышленное загрязнение. Происхождение и состав промышленных сточных вод определяется характером производства и водообеспечения.

На промышленных предприятиях до 90% воды расходуется на охлаждение продуктов или аппаратов в технологических процессах, и сточная вода имеет лишь тепловое загрязнение (1 категория).

Вода 2 категории водопользования служит в качестве поглощающей и транспортирующей нерастворимые дисперсные примеси и частично растворимые соли, которыми и загрязняется.

Вода 3 категории аналогична по происхождению 2-ой, но дополнительно нагревается при контакте с продуктами производственной деятельности.

Вода 4 категории является непосредственно реакционным компонентом и загрязнена всеми компонентами технологического процесса.

Сточные воды промышленных предприятий по генезису подразделяются на 3 вида:

- производственные – использованные или сопутствующие технологическому процессу, которые в свою очередь можно разделить на загрязненные и условно (нормативно) чистые;
- бытовые – от санитарных узлов и пищеблоков, душевых установок;
- атмосферные – дождевые, талые; к ним можно отнести и поверхностные после полива территории.

Характер загрязнения производственных сточных вод в основном определяется профилем предприятия, составом перерабатываемых материалов, сырья и видом выпускаемой продукции.

Все многообразие производственных сточных вод *по характеру основных загрязнений* можно отнести к трем группам:

- 1) содержащие минеральные примеси (металлургия, машиностроение, производство строительных материалов, минеральных кислот, удобрений и т.д.);
- 2) содержащие органические примеси (предприятия органического синтеза, мясной, рыбной, консервной, пищевой промышленности и т.д.);
- 3) содержащие органоминеральные примеси (нефтедобывающие, нефтеперерабатывающие, текстильные и другие предприятия).

По концентрациям загрязненные производственные сточные воды подразделяются на 4 группы, мг/л:

- слабokonцентрированные 0 – 500;
- среднеконцентрированные 500 – 5000;
- концентрированные 5000 – 30000.

По агрессивности, pH:

- неагрессивные 6,6 – 8;
- слабоагрессивные 6 – 6,5 и 8 - 9;
- сильноагрессивные – менее 6 и более 9.

Металлы как загрязнители воды. В шлаках промышленных производств присутствуют разнообразные органические вещества и соединения тяжелых металлов. В настоящее время металлы являются одними из главных по объему сбросов загрязняющих веществ в водоемы. Считается, что если добыча данного элемента опережает его естественный перенос в биогеохимическом цикле в 10 раз, то такой элемент должен рассматриваться как загрязнитель. По многим металлам эта норма перекрыта сейчас в 15-20 и более раз.

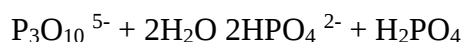
Многие металлы чрезвычайно токсичны для позвоночных уже в малых дозах (Hg, Pb, Cd), другие вызывают токсичные эффекты в больших дозах, хотя и являются микроэлементами. Металлы-токсиканты вездесущи: в различных формах они могут загрязнять все три области биосферы – воздух, воду и почву. Наиболее активное накопление металлов происходит в морской воде. Именно поэтому морепродукты, способные концентрировать загрязнения до угрожающих здоровью человека уровней, вызывают тревогу и обуславливают проблему безопасности пищи.

Коммунально-бытовые сточные воды в больших количествах поступают из жилых и общественных зданий, прачечных, столовых, больниц и др. Согласно нормам, от одного

жителя в сутки поступает в систему водоотведения (включая пребывание его на производстве) следующее количество загрязнений, в гр: взвешанных веществ – 65, органических (по БПК) в неосветленной жидкости – 75, в осветленной – 40, азота аммонийного – 8, фосфатов (по ангидриду) – 3,3, в т.ч. от моющих веществ – 1,6, хлоридов – 9, поверхностно-активных веществ 2,5.

В составе коммунально-бытовых сточных вод вызывающими тревогу загрязнителями становятся *синтетические поверхностно-активные вещества* (СПАВ), особенно те, которые входят в состав моющих средств бытовой химии. Последние содержат компоненты, способные при стирке связывать, например, сажу, пыль, пищевые отходы и пр.

Наиболее распространенным связывающим агентом в стиральных порошках и моющих средствах является смесь полифосфатов с триполифосфатом натрия $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$. Полифосфаты и триполифосфаты оказывают влияние на процессы очистки воды от органических загрязнителей. Сами они гидролизуются до нетоксичных монофосфатов:



Однако именно последние, не представляя непосредственной угрозы для человека и водных животных, считаются опасными для водных экосистем.

Синтетические полимеры. Полимерные материалы попадают в воду прежде всего в виде мусорной упаковочной тары (банки, коробки, пакеты и т.п.). Большинство таких изделий не поддается биохимическому и биологическому разложению и на длительное время загрязняет экосистемы. За рубежом ведутся поиски и создаются полимеры, способные разрушаться микробиологическим путем. В США на таких полимерных упаковках стоит клеймо «Поддается биохимическому разложению». Для стойких же к воздействию микроорганизмов полимеров необходимо разрабатывать новые технологии переработки, не связанные с термической обработкой, поскольку при сжигании этих изделий образуются токсичные соединения, например, из поливинилхлорида образуются диоксины. Полимерные материалы обуславливают длительную по времени (вследствие своей химической инертности) «механическую замусоренность» акваторий портов и побережий, водоемов курортных зон и даже открытых морей, куда их уносят течения.

Стоки сельскохозяйственных производств. Повышение урожайности и продуктивности земель неизбежно связано с применением ядохимикатов, используемых для подавления вредителей растений и сорняков. Большое количество опасных загрязняющих веществ, такие как пестициды, аммонийный и нитратный азот, фосфор, калий и др., смываются с сельскохозяйственных территорий, включая площади, занимаемые животноводческими комплексами. По большей части они попадают в водоемы и водотоки без какой-либо очистки, а поэтому имеют высокую концентрацию органического вещества,

биогенных элементов и других загрязнителей. К наиболее опасным из них относятся *хлорорганические соединения*. Человечество явно недооценивало опасность производства хлорорганической продукции. Последняя выпускалась в значительных количествах, прежде всего в виде средств защиты растений. Кроме того, многие хлорорганические соединения (ХОС) получают в виде побочных веществ в различных производствах, использующих хлор и его производные (например, при отбеливании бумажной пульпы хлором на целлюлозно-бумажных комбинатах).

Крайне опасны полихлорполициклические соединения (ПХПС), так как, даже находясь в организме в ничтожных концентрациях, подавляют иммунную систему и адаптационные возможности, а в более высоких концентрациях канцерогенны. Они нарушают передачу нервных импульсов и некоторые генетические механизмы. Признано, что ПХПС на сегодняшний день – сильнейшие ксенобиотики, действие которых на биосферу полифункционально и еще далеко не полностью изучено.

Фосфоорганические соединения. Фосфоорганические соединения, так же как и хлорорганические, человек уже давно использует как пестициды. Причем было выяснено, что первые менее устойчивы и время пребывания их в биосфере в 15 раз меньше, чем у хлорорганических пестицидов. Например, карбофос из организма рыб выводится в течение одного дня.

Однако в противовес этому, казалось бы, экологическому «плюсу» есть и «минус» – фосфорорганические соединения (ФОС) чаще всего более токсичны. Например, тетраэтилпирофосфат настолько ядовит, что лишь одна его капля (даже в случае кожного контакта) представляет смертельную дозу.

Механизм токсичного действия большинства фосфорорганических соединений основан на способности их ингибировать фермент *ацетил-холинэстеразу* (AChE). Этот фермент разрушает ацетилхолин (один из главных нейромедиаторов человека) после передачи нервного импульса от одного нервного волокна к другому в синапсах. Когда AChE ингибирована, ацетилхолин накапливается в синаптической щели, что приводит к нарушению функции нервной передачи, а значит, и к смерти (после судорог и паралича). Именно этот механизм был положен в основу действия многих военных химических отравляющих живой организм веществ (например, зарин, зоман, V-газы).

Следует подчеркнуть, что хлор- и фосфорорганические пестициды встречаются повсеместно, поскольку существует множество способов переноса их из одной системы в другую. Так, из почвы в атмосферу они попадают при испарении, из атмосферы в воду – вместе с осадками и путем гравитационного осаждения и т.д. Особенно много пестицидов попадает в воду при смыве с полей.

«Экологические последствия загрязнения вод. основные направления работ по охране и регулированию качества вод»

Эвтрофирование водоемов. Этот естественный процесс, характерный для всего геологического прошлого планеты, обычно протекает очень медленно и постепенно, однако в последние десятилетия, в связи с возросшим антропогенным воздействием, скорость его развития резко увеличилась.

Эвтрофикация – это повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов под действием антропогенных или естественных (природных) факторов

Ускоренная, или так называемая антропогенная эвтрофикация связана с поступлением в водоемы значительного количества биогенных веществ – азота, фосфора и других элементов в виде удобрений, моющих веществ, отходов животноводства, атмосферных аэрозолей. В современных условиях эвтрофикация водоемов протекает в значительно менее продолжительные сроки – несколько десятилетий и менее.

Процессы антропогенной эвтрофикации охватывают в настоящее время многие крупные озера мира – Великие Американские озера, Балатон, Ладожское, Женевское, а также водохранилища и речные экосистемы, в первую очередь малые реки.

Антропогенная эвтрофикация отрицательно влияет на пресноводные экосистемы, приводя к перестройке структуры трофических связей гидробионтов, резкому возрастанию биомассы фитопланктона благодаря массовому размножению сине-зеленых водорослей, вызывающих «цветение» воды, ухудшающих ее качества и условия жизни гидробионтов, выделяющих опасные для жизни животных и человека токсины.

Загрязнение рек. Россия обладает одним из самых высоких водных потенциалов в мире – на каждого жителя России приходится свыше 30 000 м³/год воды. Однако в настоящее время из-за загрязнения или засорения около 70% рек и озер России утратили свои качества как источника питьевого водоснабжения (Государственный доклад "Вода питьевая", 1995).

Загрязнение вод в *бассейне р.Волга*, расположенном в центре европейской части России, как и во многих речных бассейнах, обусловлено переизбытком промышленных, транспортных, коммунальных и сельскохозяйственных стоков. В настоящее время в Волжском бассейне антропогенная нагрузка на водные ресурсы в 8 раз превышает нагрузку по стране в целом.

Высокий уровень загрязнения наблюдается практически во всех притоках р.Волга, в первую очередь в реках Оке и Каме. В р.Каму поступают стоки анилинокрасильного производства, в других местах стоки завода синтетического каучука привели к накоплению высокотоксичного металла (ртути) в донных 17 отложениях водоемов. ПДК загрязняющих

веществ (нефтепродукты, медь и фенолы) в большей или меньшей степени превышены на всех водохранилищах Волжского каскада.

Вода в *р.Кубань* по всей длине реки загрязняется за счет стоков с орошаемых сельскохозяйственных угодий.

Река Нева относится к типу «загрязненных» из-за сбросов неочищенных стоков Санкт-Петербурга и недостаточной водопропускной дамбы.

Серьезная экологическая проблема – восстановление водности и чистоты *малых рек* (рек длиной не более 100 км), наиболее уязвимого звена в речных экосистемах. Именно они оказались наиболее восприимчивыми к антропогенному воздействию. Непродуманное хозяйственное использование водных ресурсов и прилегающих земельных угодий вызвало их истощение (нередко и исчезновение), обмеление и загрязнение. По малым рекам Европейского Севера, Сибири, Дальнего Востока, Камчатки и Сахалина до сих пор сплавляется лес, в т.ч. молевым способом.

Истощение и загрязнение подземных вод. Кроме поверхностных вод постоянно загрязняются и *подземные воды*, в первую очередь в районах крупных промышленных центров. Источники загрязнения подземных вод весьма разнообразны. Загрязняющие вещества могут проникать к подземным водам различными путями: при просачивании промышленных и хозяйственно-бытовых стоков из хранилищ, прудов-накопителей, отстойников; по затрубному пространству неисправных скважин - через скважины и карстовые воронки.

К естественным источникам загрязнения относят сильно минерализованные подземные воды (соленые воды и рассолы) или морские воды, которые могут внедряться в пресные незагрязненные воды - при эксплуатации водозаборных сооружений и откачке воды из скважин.

Загрязнения подземных вод не ограничиваются площадью промышленных предприятий, хранилищ отходов и т.п., а распространяются вниз по течению потока на расстояния до 20 – 30 км и более от источников загрязнения. Это создает реальную угрозу для питьевого водоснабжения в этих районах. Загрязняющие вещества, находящиеся в подземных водах, могут выноситься фильтрационным потоком в поверхностные водоемы и загрязнять их.

Практически во всех крупных промышленных городах мира, в том числе в Москве, Санкт-Петербурге, Киеве, Харькове, Донецке и других городах, где подземные воды длительное время эксплуатировались мощными водозаборами, возникли значительные депрессионные воронки (понижения) с радиусами до 20 км и более. Так, например, усиление водоотбора подземных вод в Москве привело к формированию огромной районной депрессии с глубиной до 70-80 м, а в отдельных районах города – до 110 м и более.

По данным Государственного водного кадастра, в 90-е годы XX века в России в процессе работы подземных водозаборов отбиралось свыше 125 млн. м³ /сут воды. В результате на значительных территориях резко изменились условия взаимосвязи подземных вод с другими компонентами природной среды, нарушилось функционирование наземных экосистем.

Интенсивная эксплуатация подземных вод в районах водозаборов и мощный водоотлив из шахт, карьеров приводят к изменению взаимосвязи поверхностных и подземных вод, к значительному ущербу речного стока, к прекращению деятельности тысяч родников, многих десятков ручьев и небольших рек.

В связи со значительным снижением уровней подземных вод осушаются заболоченные территории с большим видовым разнообразием растительности. Длительная интенсификация подземных водозаборов в определенных геологигидрологических условиях может вызвать медленное оседание и деформацию земной поверхности. Последнее негативно сказывается на состоянии экосистем, особенно прибрежных районов, где затапливаются пониженные участки и нарушается нормальное функционирование естественных сообществ организмов и всей среды обитания человека.

Истощению подземных вод способствует также длительный неконтролируемый самоизлив артезианских вод из скважин.

Изменения морских экосистем. Скорости поступления загрязняющих веществ в Мировой океан в последнее время резко возросли. Ежегодно в океан сбрасывается до 300 млрд. м³ сточных вод, 90% которых не подвергается очистке. Экологические последствия загрязнения морских экосистем выражаются в следующих процессах и явлениях: нарушении устойчивости экосистем; прогрессирующей эвтрофикации; накоплении химических токсикантов в биоте; снижении биологической продуктивности, возникновении мутагенеза и канцерогенеза в морской среде, микробиологическом загрязнении прибрежных районов моря.

Обширные пространства России омываются рядом различных по природным условиям морей, расположенных в основном по периферии российской территории. Наиболее характерный показатель экологического состояния морей – степень их загрязнения.

Для упрощенной сравнительной оценки качества вод различных водных объектов (независимо от присутствия различных загрязняющих веществ), а также для выявления тенденции качества вод по годам, используется индекс загрязненности водных объектов (ИЗВ), в расчетах которого учитывается концентрация загрязняющего вещества и определенное число показателей. При равенстве концентраций предпочтение отдается веществам, имеющим токсикологический признак вредности.

К факторам загрязнения морей относят: сбросы промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов; потери нефти и нефтепродуктов при транспортировке, морском бурении, авариях танкеров и промывке судовых цистерн; свалка в море грунтов, изъятых при углублении судоходных каналов и береговых работах; ядерные испытания и разрушение затопленных в море контейнеров с радиоактивными и отравляющими веществами; атмосферные переносы загрязняющих веществ. В море приносятся твердые, жидкие, в некоторых случаях газообразные загрязнители, в том числе синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). Нитраты поступают больше всего в Азовское, Черное, Балтийское и Японское моря и сравнительно немного в Каспийское море. Приток СПАВ особенно велик в Японское, Балтийское и Черное моря. Фенолы в значительных количествах поступают в Японское и Балтийское моря.

Воды открытых районов и большинства прибрежных вод *Каспийского моря* относятся к «загрязненным», взморья реки Терек - к «грязным». Ухудшилось качество вод в районах г.Избербаша и г.Дербента – из «загрязненных» они 20 переведены в «грязные». К наиболее загрязненным районам Каспийского моря относится акватория у Апшеронского полуострова, куда поступают стоки с таких крупных центров нефтехимии, как г.Баку и г.Сумгаит, где традиционно ведется добыча нефти в море.

Загрязненность вод *Азовского моря* вызвана главным образом поступлением загрязняющих веществ, значительную часть которых приносят стоки рек Дона и Кубани.

Наиболее характерная природно-экологическая черта *Черного моря* – отсутствие кислорода в его водах от горизонтов 100 – 200 м и до дна и постоянное содержание в них сероводорода. Глубоководная зона моря - почти безжизненна.

В *Балтийское море* загрязняющие вещества приносят в основном речные воды и береговой сток. Содержание тяжелых металлов в водах Финского залива превышает средние концентрации для меди в 10 раз, для ртути в 5 – 7 раз, свинца в 8 – 10 раз, кадмия в 3 – 4 раза, цинка в 3 – 4 раза.

Основная часть антропогенной нагрузки приходится на прибрежную зону моря, главным образом Двинского и Кандалакшского заливов и в меньшей степени Онежского залива. В результате загрязнения вод резко сократилось количество моллюсков жемчужниц в речных и морских водах.

В прибрежной зоне *Баренцева моря* концентрации нефтепродуктов превышают ПДК в десятки раз, фенолов – почти в 20 раз, наблюдается эвтрофирование вод. В открытые районы моря загрязняющие вещества поступают из прибрежной зоны и приносятся из Норвежского моря Нордкапским течением, а далее Мурманским течением распространяются на восток, затем общей циркуляцией вод разносятся по морю.

Загрязнение вод *Карского моря* наиболее значительно в устьях рек и приустьевых участках моря. В результате лесосплава по рекам в прибрежных морских водах наблюдается скопление плавающей деловой древесины. Загрязнителями некоторых участков моря служат «свалки» грунта и «кладбища» кораблей в припортовых водах острова Диксон.

В *море Лаптевых* загрязнены в основном прибрежные воды и приустьевые участки.

Прибрежные воды *Восточно-Сибирского моря* обычно характеризуются сравнительно небольшим загрязнением. Повышенные концентрации тяжелых металлов наблюдаются в зонах влияния речного стока, который содержит отходы горно-обогатительных комбинатов. По степени загрязнения воды Восточно-Сибирского моря относятся к умеренно загрязненным.

В *Чукотском море* загрязнение повышено в портовых акваториях и на судоходных трассах. В целом арктические моря, за исключением некоторых районов, характеризуются величинами содержащихся в них загрязнителей, находящимися в пределах регионального фона.

Основные источники загрязнения *Берингова моря* – промышленные и бытовые стоки. В северо-западных и западных районах Берингова моря прибрежные воды характеризуются как "грязные", несколько мористее распространены воды "загрязненные", далее в открытых районах моря отмечаются "умеренно загрязненные" воды.

Значительная антропогенная нагрузка *Охотского моря* приходится на прибрежные воды в районе г.Магадана, и заметные, но различные величины этой нагрузки охватывают локальные участки в разных районах моря.

Открытые пространства центральной части *Японского моря* "относительно чистые". Прибрежная зона, особенно в районах, где расположены порты и промышленные центры, загрязнена наиболее значительно. Основные источники загрязнения – промышленные и бытовые стоки. Значительная часть загрязнителей выносится в прибрежные районы реками Партизанская, Артемовка и Раздольная.

В целом, моря, омывающие берега России, нуждаются в серьезной, продуманной защите от экологически вредного антропогенного влияния.

Под охраной вод (согласно определению ГОСТ 17.11.01 – 77) понимают систему мер, направленных на предотвращение, ограничение и устранение последствий загрязнения, засорения и истощения вод.

Загрязнение означает присутствие веществ, вызывающих нарушение норм качества вод, засорение – накопление в воде посторонних предметов, а истощение – уменьшение минимально допустимого стока поверхностных вод или сокращение запасов подземных вод.

В систему мер по охране вод включены законодательные, юридические, правовые и административные акты, регламентирующие деятельность человека посредством соблюдения

установленных значений показателей, обеспечивающих благополучие водных объектов, так и организационно-технологические мероприятия, позволяющие их достигнуть.

Лучшим способом охраны вод является недопущение или сведение к минимуму их загрязнения. Наиболее общими и значимыми *мероприятиями для поверхностных вод* являются:

- совершенствование технологических процессов промышленности в направлении снижения водопотребления, создания оборотных, повторных, многократных систем водоснабжения;
- разработка и внедрение малоотходных технологий;
- обеспечение полной биологической очистки и глубокой доочистки сточных вод населенных мест и промпредприятий;
- рациональное водопользование в сельском хозяйстве, включая обоснованность и режимность в применении удобрений и пестицидов;
- соблюдение водоохранных зон и правил хозяйственной деятельности в них; - рациональное ведение хозяйства в пределах территории водосбора;
- соблюдение природоохранных норм добычи и разработки подземных ископаемых, их обогащения, транспортировки, включая нефть и продукты ее переработки;
- соблюдение правил производства буровых и строительно-монтажных работ в водоохранных зонах;
- предотвращение сброса любых отходов с судов и иных плавучих средств;
- сокращение (а по возможности и предотвращение) поступления биогенных элементов (азота и фосфора);
- обеспечение постоянного контроля состояния и показателей состава водоемов.

Под *регулированием качества* понимают воздействие на факторы, влияющие на состояние водного объекта, с целью соблюдения норм качества воды. Первостепенным в этом направлении деятельности является решение проблем, связанных с *обеспечением населения доброкачественной питьевой водой*. Согласно Водного кодекса Российской Федерации (2006г. №74-ФЗ) для решения проблемы питьевого водоснабжения на территории РФ необходимо *выполнение комплекса мер по следующим стратегическим направлениям*:

1. Повышение надежности систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, включая интенсификацию использования подземных вод, проведение мероприятий по охране поверхностных и подземных водных объектов (в т.ч. создание зон санитарной охраны и соблюдение регламентированного режима хозяйствования в этих зонах), реконструкцию и техническое перевооружение водопроводноканализационного хозяйства и сопряженных с ними служб.

2. Совершенствование и развитие государственной системы управления и нормативно-правовой базы обеспечения населения качественной питьевой водой.

3. Совершенствование экономического механизма по обеспечению питьевого водоснабжения; усиление государственного контроля за состоянием источников питьевого водоснабжения.

4. Обеспечение механизмов целевого использования ресурсов питьевой воды и развитие государственного контроля ее потребления.

Под *охраной подземных вод* понимается комплекс мероприятий, направленных на сохранение и улучшение такого качественного и количественного состояния подземных вод, которое позволяет использовать их в народном хозяйстве. Загрязнение подземных вод взаимосвязано с состоянием окружающей природной среды. Невозможно предотвратить их загрязнение, если отходы поступают в поверхностные воды, атмосферу, почвы, поскольку все составляющие биосферы тесно связаны круговоротом воды.

Охрана подземных вод включает:

- строгое соблюдение требований Федерального Закона "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002г. №7-ФЗ и нормативных актов, особенно касающихся подземных вод;

- осуществление технических и технологических мер, направленных на уменьшение загрязнения окружающей среды и подземных вод, в т.ч., сокращение количества различных промышленных отходов, создание безводных и малоотходных производств, оборотное водоснабжение, совершенствование методов очистки вод и соблюдение технологических регламентов эксплуатации очистных сооружений, очистка поверхностного стока и т.д.

- строгое соблюдение требований по порядку проведения разведки на подземные воды, по проектированию, строительству и эксплуатации водозаборов подземных вод;

- проведение водоохраных мероприятий по защите подземных вод.

Проведение специальных защитных мероприятий требует больших затрат, зачастую представляет собой сложную и громоздкую техническую систему, включающую обязательную очистку откачиваемых загрязненных вод. Поэтому в охране подземных вод наиболее важными являются предупредительные мероприятия, не допускающие их загрязнения.

Под *истощением подземных вод* понимается уменьшение их естественных и (или) искусственных запасов вследствие превышения расходования подземных вод, над их питанием (поступлением). Причинами подобного истощения могут быть вырубка лесов, распашка земель, спрямление и отвод рек, отбор подземных вод водозаборами, дренажами и т.д. При этом истощение может иметь временный (сезонный) и постоянный (из-за хозяйственной деятельности) характер.

Техническое пополнение запасов подземных вод осуществляется созданием плотин, дамб, запруд, прудов, регулирующих сток водотоков или атмосферный сток, а также путем перекачки вод из напорных горизонтов, задержки снеготаяния, применения биохимически очищенных сточных вод, уменьшения испарения, совершенствования способов полива и орошения сельхозугодий