

## ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГИДРОСФЕРЫ

Гидросфера (от др.-греч. ὕδωρ «вода» + σφαίρα «шар») - водная оболочка Земли. Её принято делить на Мировой океан, континентальные поверхностные воды и подземные воды.

Вода относится к числу наиболее важных природных ресурсов, таких, как воздух и энергоносители. Она необходима для всех форм жизни на Земле. Общая площадь океанов и морей в 2,5 раза превышает территорию суши. Из общего количества воды на Земле доля пресных вод составляет 2,5%, однако их большая часть для нас труднодоступна. Около 70% пресной воды заключено в ледниковых покровах и горных ледниках. Остальная часть - подземные запасы (в основном на глубине 150-200 м), пресные водоёмы – озера (самые большие - Байкал, Танганьика, Верхнее в Северной Америке), реки и болота.

Вода является единственной природной жидкостью, имеющейся на поверхности Земли в огромном количестве, и существует во всех трех агрегатных состояниях: жидком, твердом и газообразном. При этом происходит постоянный круговорот воды и ее переход из одного состояния в другое.

Гигиеническое значение воды для человека заключается в ее физиологической роли и необходимости использования для санитарных и хозяйственно-бытовых целей. При этом во всех случаях она должна обладать необходимыми качествами, которые заключены в её органолептических свойствах, химическом составе и характере микрофлоры. Поэтому, особое внимание на сегодняшний день уделяется охране источников водоснабжения (в первую очередь питьевого) от микробиологического загрязнения (бактерий, вирусов, простейших и гельминтов) и химического загрязнений. Так, присутствие в воде сальмонелл, шигелл, патогенных кишечных палочек, холерного вибриона, вирусов и многих других патогенных микроорганизмов может привести к возникновению кишечных заболеваний, иногда носящий массовый характер и заканчивающихся летальным исходом. Проблемы же, связанные с химическими компонентами питьевой воды, возникают, главным образом, из-за их способности оказывать неблагоприятный эффект на здоровье человека при их длительном воздействии небольших концентраций и способности к кумуляции в организме (например, тяжелые металлы, удобрения, пестициды, радиоактивные соединения и др.). Примерами заболеваний, связанных с накоплением химических веществ техногенного характера, являются «стронциевый рахит», метгемоглобинемия, болезнь Итай-Итай, болезнь Минамата, онкологические заболевания и др.

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

В основном человек использует источники централизованного водоснабжения: поверхностные (их доля составляет 68%) и подземные воды (32%). Каждые из них по своему подвержены техногенному загрязнению.

Атмосферные воды (снег, дождевая вода) для хозяйственно-питьевого водоснабжения используются только в маловодных районах, в Заполярье и на Юге. Эта вода слабо минерализована, очень мягкая, содержит мало органических веществ и свободна от патогенных микроорганизмов.

Подземные воды, располагаясь под землей, образуют в зависимости от залегания несколько водоносных горизонтов.

Атмосферные осадки, фильтруясь через поры водопроницаемых пород, скапливаясь над первым от поверхности водонепроницаемым пластом (глина, гранит, водонепроницаемые известняки), образуют первый водоносный горизонт, который называют *грунтовые воды*. Глубина залегания грунтовых вод в зависимости от местных условий колеблется от 1,5-2 м до нескольких десятков метров. При фильтрации вода освобождается от взвешенных частиц и микроорганизмов и обогащается минеральными солями. Грунтовые воды прозрачны, имеют невысокую цветность. Количество растворенных солей невелико, но повышается с увеличением глубины залегания. При мелкозернистых породах, начиная с глубины 5-6 м, вода почти не содержит микроорганизмов. Грунтовые воды, благодаря их доступности, широко используются в сельских местностях путем устройства колодцев.

Следует отметить, что первый водоносный горизонт легко загрязняется с поверхности почвы, как патогенными микроорганизмами, так и токсическими химическими веществами при бытовом или техногенном загрязнении почвы.

Грунтовые воды могут проникать в область между двумя слоями породы водоупорным ложем и водоупорной крышей. Такие воды называются *межпластовыми*. В зависимости от местных условий межпластовые воды могут образовывать второй, третий, четвертый водоносный уровень. Вода на этих уровнях может заполнять все пространство и, если пробурить кровлю, то вода может подняться на поверхность земли, а иногда она даже изливается фонтаном. Такую воду называют *артезианской*.

Межпластовые воды имеют стабильный минеральный состав, их температура колеблется в пределах 5-12°C. Однако встречаются подземные воды с избытком солей: очень жесткие, соленые, горько-соленые, богатые фтором, железом, сероводородом или радиоактивными веществами.

В связи с тем, что межпластовые воды проходят длинный путь под землей, а сверху покрыты одним или несколькими водоупорными слоями, защищающими их от загрязнения с поверхности почвы, они свободны от бактерий и, как правило, могут использоваться для питьевого водоснабжения, не подвергаясь обеззараживанию. Благодаря постоянному и большому дебиту (от 1 до 20 м<sup>3</sup>/час и больше), а также хорошему качеству, межпластовые воды представляют лучший источник водоснабжения для водопроводов небольшой и средней мощности.

Подземные воды могут самостоятельно выходить на поверхность земли. Это - **родники**. Родники могут быть образованы как грунтовыми, так и межпластовыми водами. Качество родниковой воды в большинстве случаев хорошее и зависит от водоносного горизонта, питающего родник. При правильном каптаже - заключении воды в трубы с целью предотвращения загрязнения, и хорошо организованной площадки водоразбора - эту воду можно использовать для питьевых целей.

Открытые водоёмы - это озера, реки, ручьи, каналы и водохранилища. Все открытые водоемы подвержены загрязнению атмосферными осадками, талыми и дождевыми водами, стекающими с поверхности земли, особенно сильно загрязнены участки водоема, прилегающие к населённым пунктам и местам спуска бытовых и промышленных сточных вод. Для исключения эпидемиологической опасности вода всех открытых водоемов нуждается в тщательной проверке.

Органолептические свойства и химический состав воды открытых водоемов зависят от ряда условий. Глинистые породы обуславливают высокую мутность, а открытые водоемы в заболоченных местностях характеризуются высокой цветностью.

Поверхностные воды, как правило, мягкие и слабоминерализованные. Для них характерно изменение качества воды в зависимости от сезона (таяние снегов, ливневых дождей). При необходимости использовать открытый водоем для централизованного водоснабжения предпочтение отдают крупным и проточным водоемам, достаточно защищенным от загрязнения сточными водами.

Чистая вода прозрачна, бесцветна, не имеет запаха и вкуса, населена множеством рыб, растений и животных. Загрязненные воды обычно мутные, с неприятным запахом, не пригодны для питья, часто содержат огромное количество бактерий и водорослей. Система

самоочистки воды (аэрация проточной водой и осаждение на дно взвешенных частиц) не срабатывает из-за переизбытка в ней антропогенных загрязнителей.

Главная проблема загрязнения водоемов заключается в уменьшении содержания кислорода. Органические вещества, содержащиеся в сточных водах, разлагаются ферментами аэробных бактерий, которые поглощают растворенный в воде кислород и выделяют углекислый газ по мере усвоения органических остатков. Общеизвестными [конечными продуктами](#) распада являются углекислый газ и вода, но могут образовываться и многие другие соединения. Например, бактерии перерабатывают азот, содержащийся в отходах, в аммиак ( $\text{NH}_3$ ), который, соединяясь с натрием, калием или другими химическими элементами, образует соли азотной кислоты - нитраты. Сера преобразуется в сероводородные соединения (вещества, содержащие радикал - SH или сероводород  $\text{H}_2\text{S}$ ), которые постепенно переходят в серу (S) или в сульфат-ион ( $\text{SO}_4$ ), также образующий соли.

В водах, содержащих фекальные массы, растительные или животные остатки, поступающие с предприятий [пищевой промышленности](#), бумажные волокна и остатки целлюлозы от предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, процессы разложения протекают практически одинаково. Поскольку аэробные бактерии используют кислород, первым результатом распада органических остатков является уменьшение содержания кислорода, растворенного в принимающих стоки водах. Оно изменяется в зависимости от температуры, а также в некоторой степени - от солености и давления. Пресная вода при  $20^\circ\text{C}$  и интенсивной аэрации в одном литре содержит 9,2 мг растворенного кислорода. С повышением температуры воды этот показатель уменьшается, а при ее охлаждении - увеличивается. По нормативам, действующим при проектировании муниципальных [очистных сооружений](#), для распада органических веществ, содержащихся в одном литре коммунальных сточных вод обычного состава при температуре  $20^\circ\text{C}$ , требуется примерно 200 мг кислорода в течение 5 дней. Это значение, называемое биохимической потребностью в кислороде (БПК), принято в качестве стандарта при расчетах количества кислорода, необходимого для очистки данного объема стоков. Величина БПК сточных вод предприятий кожевенной, мясообрабатывающей и сахарорафинадной промышленности гораздо выше, чем коммунальных стоков.

В мелких водотоках с быстрым течением, где вода интенсивно перемешивается, поступающий из атмосферы кислород компенсирует истощение его запасов, растворенных в воде. Одновременно углекислый газ, образующийся при разложении содержащихся в сточных водах веществ, улетучивается в атмосферу. Таким образом, сокращается срок неблагоприятного воздействия процессов разложения органики. И, наоборот, в водоемах со слабым течением, где воды перемешиваются медленно и изолированы от атмосферы,

неизбежное уменьшение содержания кислорода и рост концентрации углекислого газа влекут за собой серьезные изменения. Когда содержание кислорода уменьшается до определенного уровня, происходит замор рыбы и начинают погибать другие живые организмы, что, в свою очередь, приводит к увеличению объема разлагающейся органики.

Большая часть рыб гибнет из-за отравления промышленными и сельскохозяйственными стоками, но многие - и от недостатка в воде кислорода. Рыбы, как и все живые существа, поглощают кислород и выделяют углекислый газ. Если кислорода в воде мало, но высока концентрация углекислого газа, интенсивность их дыхания снижается (известно, что вода при высоком содержании угольной кислоты, т. е. растворенного в ней углекислого газа, становится кислой). В водах, испытывающих тепловое загрязнение, часто создаются условия, приводящие к гибели рыб. Там снижается содержание кислорода, так как он слабо растворяется в теплой воде, однако потребность в кислороде резко возрастает, поскольку увеличиваются темпы его потребления аэробными бактериями и рыбами. Добавление кислот, например серной, с дренажными водами из угольных шахт также существенно снижает способность некоторых видов рыб извлекать из воды кислород.

#### **Источники загрязнения вод по происхождению делятся на:**

##### **1. Природные:**

- 1) Минеральные (песок, глинистые частицы, шлак, минеральные соли, растворимые кислоты, щелочи и другие).
- 2) Органические:
  - растительного происхождения (остатки растений, плодов, овощей и злаков, растительного масла);
  - животного происхождения (физиологические выделения людей и животных, остатки тканей животных, клеевые вещества).

##### **2. Антропогенные.**

#### **По типу загрязнение гидросферы бывает:**

- 1) Механическое (повышение содержания механических примесей, свойственное в основном поверхностным видам загрязнений).
- 2) Химическое (наличие в воде органических и неорганических веществ токсического и нетоксического действия).
- 3) Бактериальное и биологическое (наличие в воде разнообразных патогенных микроорганизмов, грибов и мелких [водорослей](#)).
- 4) Радиоактивное (присутствие радиоактивных веществ в поверхностных или подземных водах).
- 5) Тепловое (попадание в водоемы подогретых вод тепловых и атомных ЭС).

## ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ АНТРОПОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ГИДРОСФЕРЫ

– *Атмосферные осадки, талые воды.*

Изначально содержат массу вымываемых из воздуха химических веществ промышленного происхождения. Кроме того, могут дополнительно вовлекать за собой большое количество веществ. Например, это касается стоков городских улиц, производственных площадок. В них могут содержаться нефтепродукты, мусор, фенолы, кислоты, окислы тяжелых металлов.

– *Бытовые сточные воды.*

Бытовые сточные воды – это вода из кухонь, туалетных комнат, душевых, бань, прачечных, столовых, больниц, бытовых помещений промышленных предприятий и др. Содержат преимущественно фекалии, детергенты (моющие средства), жиры, микроорганизмы, в том числе патогенные. Поступая со сточными водами в реки и озера, оказывают значительное влияние на биологический и физический режим водоемов. В результате снижается способность вод к насыщению кислородом, парализуется деятельность бактерий, минерализующих органические вещества. Возрастает степень содержания патогенных микроорганизмов.

– *Недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, [отходы производства](#) при разработке рудных ископаемых; воды шахт, рудников, обработке и сплаве лесоматериалов; сбросы водного и [железнодорожного транспорта](#); отходы первичной обработки льна, пестициды и т. д.*

Загрязняющие вещества, попадая в природные водоемы, приводят к качественным изменениям воды, которые проявляются в изменении физических свойств воды (появлении неприятных запахов, привкусов и т. д.), химического состава воды (появлении в ней токсических веществ, в наличии плавающих веществ на поверхности воды и откладывании их на дне водоемов).

С урбанизацией городов и промышленности возрастает потребление воды и количество отходов.

Наиболее активными потребителями воды считаются целлюлозно-бумажная промышленность, черная и цветная металлургия, энергетика, химическая и нефтеперерабатывающая промышленность. Увеличение расходования воды промышленностью связано не только с ее быстрым развитием, но и с увеличением расхода воды на единицу продукции. Кроме того, только половина их промышленных отходов подвергается какой-либо обработке, остальные сбрасываются без какой-либо предварительной обработки.

Производственные сточные воды загрязнены в основном отходами и выбросами производства. Количественный и качественный состав их разнообразен и зависит от отрасли промышленности, ее технологических процессов. Их делят на две основные группы: содержащие неорганические примеси, в т. ч. и токсические, и содержащие яды. К первой группе относятся сточные воды содовых, сульфатных, [азотно-туковых](#) заводов, обогатительных фабрик свинцовых, цинковых, никелевых руд и т. д., в которых содержатся кислоты, щелочи, ионы тяжелых металлов и др. Сточные воды этой группы в основном изменяют физические свойства воды. Сточные воды второй группы сбрасывают нефтеперерабатывающие, нефтехимические заводы, предприятия органического синтеза, коксохимические и др. В их стоках содержатся разные нефтепродукты, [аммиак](#), альдегиды, смолы, фенолы и другие вредные вещества. Негативное действие сточных вод этой группы заключается главным образом в окислительных процессах, вследствие которых уменьшается содержание в воде кислорода, увеличивается [биохимическая](#) потребность в нем, ухудшаются органолептические показатели воды.

Загрязнение сточными водами в результате промышленного производства, а также коммунально-бытовыми стоками ведет к эвтрофикации водоемов – обогащению их питательными веществами, приводящему к чрезмерному развитию водорослей, и к гибели других водных экосистем с непроточной водой (озер, прудов), а иногда к заболачиванию местности.

Довольно вредным загрязнителем промышленных вод является фенол. Он содержится в сточных водах многих нефтехимических предприятий. При этом резко снижаются биологические процессы водоемов, процесс их самоочищения, вода приобретает специфический запах карболки.

Предприятия целлюлозно-бумажной промышленности сбрасывают в воду растворенные органические вещества, волокна целлюлозы, которые легко окисляются, что приводит к интенсивному потреблению кислорода и перенасыщению органической, что в дальнейшем может стать причиной гибели водоема. Стоки промышленных предприятий могут иметь кислую или щелочную реакцию, что становится причиной изменения естественного pH водоема и гибели водных растений, микроорганизмов и рыб.

Основными источниками загрязнения водоемов служат предприятия чёрной и цветной металлургий. В данном случае сточные воды загрязнены минеральными веществами, солями тяжёлых металлов (медь, свинец, цинк, никель, ртуть и другие), мышьяком, хлоридами и другими веществами).

Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность. Главный источник образования сточных вод в отрасли – производство целлюлозы, базирующееся на сульфатном и сульфитном способах варки древесины и отбелки.

Нефтеперерабатывающая промышленность на современном этапе являются основными загрязнителями внутренних водоемов, вод и морей, Мирового океана. Значительное количество нефтепродуктов, сульфатов, хлоридов, соединений азота, фенолов, солей тяжёлых металлов затрудняет процессы фотосинтеза в воде из-за прекращения доступа солнечных лучей, а также вызывает гибель растений и животных. При этом изменяется запах, вкус, окраска, поверхностное натяжение, вязкость воды, уменьшается количество кислорода, появляются вредные органические вещества, вода приобретает токсические свойства и представляет угрозу не только для человека.

– *Радиоактивные отходы атомных электростанций.*

В основном загрязняют реки. Радиоактивные вещества концентрируются мельчайшими планктонными микроорганизмами и рыбой, затем по цепи питания передаются другим животным. Установлено, что радиоактивность планктонных обитателей в тысячи раз выше, чем воды, в которой они живут. Восстановление пораженных экосистем занимает 10-15 лет.

– *Сточные воды крупных животноводческих комплексов и некоторых промышленных предприятий, таких как бойни, кожевенные заводы, фабрики первичной обработки шерсти, меховые производства, биофабрики, предприятия микробиологической промышленности* значительно повышают риск бактериального и биологического загрязнения.

– *Остаточные количества пестицидов и минеральных удобрений, используемые в сельском хозяйстве (растениеводстве),* которые попадают в водоемы с полей вместе с дождевой и талой водой. Инсектициды, содержащиеся в воде в виде суспензий, растворяются в нефтепродуктах, которыми загрязнены реки и озера. Это взаимодействие приводит к значительному ослаблению окислительных функций водных растений. Попадая в водоемы, пестициды накапливаются в планктоне, бентосе, рыбе, а по цепочке питания попадают в организм человека, действуя отрицательно как на отдельные органы, так и на организм в целом.

– *Сточные воды теплоэлектростанций.*

Теплоэлектростанции потребляют огромное количество воды. Серьёзной экологической проблемой является то, что обычным способом использования воды для поглощения тепла на тепловых электростанциях является прямая прокачка пресной озерной или речной воды через охладитель и затем возвращение её в естественные водоёмы без

предварительного охлаждения. В связи с чем, электростанции могут повышать температуру воды по сравнению с окружающей на 5-15°C. В естественных условиях при медленных повышениях или понижениях температур рыбы и другие водные организмы постепенно приспосабливаются к изменениям температуры окружающей среды. Но если в результате сброса в реки и озёра горячих стоков с промышленных предприятий быстро устанавливается новый температурный режим, времени для акклиматизации не хватает, живые организмы получают тепловой шок и погибают. В результате повышения температуры воды содержание в ней кислорода падает, тогда, как потребность в нём живых организмов возрастает. Возросшая потребность в кислороде, его нехватка вызывают жестокий физиологический стресс, и даже смерть. Искусственное подогревание воды может существенно изменить и поведение рыб - вызвать несвоевременный нерест, нарушить миграцию.

Повышение температуры воды способно нарушить структуру растительного мира водоёмов. Характерные для холодной воды водоросли заменяются более теплолюбивыми и, наконец, при высоких температурах полностью ими вытесняются, при этом возникают благоприятные условия для массового развития в [водохранилищах](#) сине-зеленых водорослей - так называемого «цветения воды». Все перечисленные выше последствия теплового загрязнения водоёмов наносят огромный вред природным экосистемам и приводят к пагубному изменению среды обитания человека.

Ущерб, образовавшийся в результате теплового загрязнения, можно разделить на:

- экономические (потери вследствие снижения продуктивности водоёмов, затраты на ликвидацию последствий от загрязнения);
- социальные (эстетический ущерб от деградации ландшафтов);
- экологические (необратимые разрушения уникальных экосистем, исчезновение видов, генетический ущерб).

Характеристики опасности наиболее распространенных в питьевой воде веществ приведены в следующих нормативных документах:

1. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения»:

- микробиологические и паразитологические показатели (таблица 1);
- обобщенные показатели и содержание вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории Российской Федерации, а также веществ антропогенного происхождения, получивших

глобальное распространение (таблица 2);

- содержание вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения (таблица 3);
- содержание вредных химических веществ, поступающих в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека (Приложение 2);
- радиационная безопасность питьевой воды (таблица 5).

2. СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».

## **ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД**

Очистка сточных вод – это разрушение или удаление из них определённых веществ, а обеззараживание – удаление патогенных микроорганизмов.

Сброс сточных вод осуществляется через систему канализации – комплекс инженерных сооружений и санитарных мероприятий, обеспечивающих сбор и удаление за пределы населённых мест и промышленных предприятий загрязнённых сточных вод, их очистку, обезвреживание и обеззараживание. При этом 76% проходит через очистные сооружения, в том числе 94% - сооружения полной биологической очистки. Через коммунальные системы канализации на очистных сооружениях очищается до установленных нормативов 8% стоков, а остальные 92% сбрасываются загрязнёнными. Из них 82% сбрасываются недостаточно очищенными и 18% - без всякой очистки. Большинство очистных сооружений перегружено, а почти половина требует реконструкции.

В зависимости от способа отведения сточных вод различных видов системы подразделяются на общесплавную, раздельную, неполную раздельную, полураздельную, комбинированную и вывозную.

Общесплавная – система канализации, в которой все виды сточных вод, включая и поверхностный сток, собираются в одну общую сеть труб и по ней отводятся за пределы объекта на очистные сооружения. Недостатком такой системы являются периодические сбросы в водные объекты через ливневые спуски некоторой части производственно-бытовых сточных вод.

Раздельной называют такую систему, в которой бытовые и загрязнённые технические (производственные) сточные воды собираются и отводятся по самостоятельной сети труб на очистные сооружения, а дождевые и условно чистые технические по другим сетям отводятся без обработки в ближайший водоём или овраг.

Данная система менее приемлема по санитарным условиям, так как предполагает сброс дождевых и условно чистых технических сточных вод в пределах канализуемого объекта без очистки. Сброс в водоём без обработки всех дождевых вод приводит к загрязнению водоёмов, особенно при малой их мощности, и к снижению санитарных показателей системы.

Неполная раздельная – система канализации, в которой существует только одна сеть для сбора и отведения на очистные сооружения бытовых и загрязнённых технических сточных вод, дождевые воды отводятся по кюветам и естественным склонам в водоём или овраги. Как и в раздельной системе, возможна самостоятельная обработка загрязнённых технических сточных вод и использование условно чистых в системе оборотного водоснабжения.

Полураздельная система канализации представляет собой раздельную систему, но с устройством дождесбросных камер, с помощью которых первые порции наиболее загрязнённых дождевых сточных вод автоматически направляются в сеть бытовых и загрязнённых технических сточных вод и совместно с ними по единому коллектору отводятся на очистные сооружения. При этой системе строят одновременно две сети – дождевую и бытовую, объединённую с технической.

Полураздельную систему канализации целесообразно устраивать, если по санитарным условиям возможен отвод более чистых дождевых сточных вод в водоём в черте населенного пункта или же по условиям рельефа возможен сброс загрязнённых дождевых сточных вод перед очистными сооружениями или станциями перекачки.

Комбинированная система канализации представляет собой сочетание общесплавной и раздельной систем. Она применяется в случае, если в отдельных районах населенного пункта целесообразно устройство различных систем канализации. Эту систему необходимо устраивать в крупных военных.

Вывозная система применяется для небольших объектов, не имеющих централизованного водоснабжения (временные постройки на строительных площадках, отдельные удаленные здания и пр.). Нечистоты собираются в сборниках отхожих мест и периодически вывозятся в специализированных ассенизационных машинах.

Разновидности канализационных систем по области применения:

1. Хозяйственно-бытовая система нужна для переработки стоков, организовавшихся в процессе жизнедеятельности человека. Именно такая система присутствует в каждом доме. В нее поступают сточные воды из туалета, душевой, раковины и т.д. Данная система может быть централизованной (для населенного пункта) и автономной (для одного или нескольких частных домов).

2. Промышленные канализации необходимы для систематизированной переработки жидких промышленных отходов. Предназначена для сбора и очищения сточных потоков производственных цехов и промышленных предприятий.
3. Ливневая канализация – система, служащая для отвода излишних потоков жидкости, образованных вследствие атмосферных осадков.

В настоящее время наиболее широкое применение в нашей стране находит система канализации, предусматривающая устройство сетей трубопроводов: по производственно-бытовой сети хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды подаются на очистные сооружения, а по [водостоку](#), как правило, без очистки, в ближайший водный объект отводятся дождевые и талые воды, а также воды, образующиеся при поливке и мойке дорожных покрытий. Наиболее перспективной с точки зрения охраны водных объектов от загрязнения поверхностным стоком из городов является полураздельная система канализации. С её помощью на очистку отводят все производственно-бытовые воды города и большую часть поверхностного стока, образующегося на его территории. При совместной очистке промышленных и хозяйственно-бытовых стоков регламентируют содержание взвешенных и всплывающих веществ, продуктов, способных разрушать или засорять коммуникации, взрывоопасных и горючих веществ, а также температуру.

Существуют следующие методы очистки сточных вод:

1. Механический - очистка сточных вод осуществляется от нерастворимых примесей.
2. Химический - происходит обезвреживание кислот и щелочей.
3. Биохимический - вместе с химическими реагентами используются микроорганизмы, которые в качестве пищи употребляют загрязнения.
4. Биологический - водоочистка происходит без применения химикатов.
5. Физико-химическая очистка сточных вод включает в себя несколько видов.

#### ***Очистка сточных вод***

В процессе отстаивания частицы, с удельным весом большим, чем у воды, оседают на дно, а с меньшим - поднимаются на поверхность. К легким можно отнести масла, нефть, жиры, смолы. Подобные примеси присутствуют в производственных стоках. Впоследствии происходит их удаление из очистных сооружений и отправка на обработку.

Чтобы отделить природные твердые взвеси пользуются особым вариантом отстойников - песколовками, которые выполняются трубчатыми, статическими или динамическими.

#### ***Процеживание и фильтрация***

Для отделения крупных загрязнений в виде бумаги, тряпок и пр. служат решетки. Для улавливания мелких частиц при [механическом способе](#) очищения воды используют

тканевые, пористые или мелкозернистые фильтры. С этой же целью применяют микропроцеживатели, состоящие из барабана, снабженного сеткой. Смыв отделенных веществ в бункер-уловитель происходит под воздействием воды, которая подается через форсунки.

### ***Биохимический***

Система очистки сточных вод, которая в процессе работы вместе с химикатами использует специальные микроорганизмы, бывает двух видов. Первые осуществляют водоочистку в естественных условиях. Это могут быть водоемы, поля орошения, где необходима доочистка почвы. Для них характерна низкая эффективность, большая зависимость от условий климата и необходимо наличие больших площадей. Вторые функционируют в обстановке искусственной среды, где для микроорганизмов создаются благоприятные условия. Это заметно повышает качество очистки. Такие станции можно поделить на три вида: аэротенки, био- и аэрофильтры.

Аэротенки: продуктивная биомасса представляет собой активный ил. При помощи специальных механизмов он смешивается с доставленными стоками в единую массу.

Биофильтр - это устройство, где предусмотрена фильтрующая засыпка. Для неё используют такие материалы, как шлак, керамзитовый гравий.

Аэрофильтр сооружен по такому же принципу, но в фильтрующий слой принудительно подается воздух.

### ***Биологический***

Биологические методы очистки сточных вод применяют тогда, когда имеются загрязнения органической природы. Большой эффект наблюдается при использовании аэробных бактерий. Но для обеспечения их жизнедеятельности требуется кислород. Поэтому при работе в искусственных условиях необходима закачка воздуха, что приводит к увеличению затрат.

Применение анаэробных микроорганизмов снижает расходы, однако уступает по эффективности. Для увеличения качества фильтрации производят доочистку ранее переработанных стоков. Наиболее часто с этой целью используются контактные осветлители, представляющие собой многослойный фильтр. Реже - микрофильтры.

Очистка сточных вод этим методом избавляет их от токсичных примесей, но одновременно происходит насыщение фосфором, азотом. Сброс такой воды нарушит экологическую систему водоема. Удаление азота осуществляется другими способами.

### ***Физико-химический***

Такой метод очистки позволяет выделять из стоков мелкодисперсные и растворенные смеси неорганических соединений и разрушать трудноокисляемые

органические вещества. Существует несколько видов такой очистки, выбор которого зависит от объема воды и количества содержащихся в ней примесей.

#### *Коагуляция*

Этот вид предполагает внесение химических реактивов: солей аммония, железа и т.п. Вредные примеси оседают в виде хлопьев, после чего их изъятие не представляет трудностей. При коагуляции мелкие частицы слипаются в крупные соединения, что значительно повышает эффективность процесса осаждения. Подобный метод очистки выделяет из стоков основную часть нежелательных включений. Он находит применение при возведении промышленных очистных систем.

#### *Флокуляция*

Для ускорения процесса, при котором происходит образование осадка, дополнительно применяют флокуляцию. Молекулярные соединения флокулянта при контакте с вредными примесями объединяются в одну систему, что позволяет снизить количество коагулянта. Хлопья, выпавшие в осадок, удаляются механическим способом.

Флокулянты бывают различного происхождения: природного (диоксид кремния) и синтетического (полиакриламид). На скорость процесса флокуляции оказывают влияние порядок добавки реактивов, температура и уровень загрязнения воды, с какой частотой и силой происходит смешивание. Время нахождения стоков в смесителе - 2 мин, а контактирование с реагентами - до одного часа. После чего осуществляют осветление воды в отстойниках. Сократить затраты коагулянтов и флокулянтов позволяет двойная обработка сточных вод, когда первоначальное отстаивание проводят без применения реагентов.

#### *Адсорбция*

Существует ряд веществ, которые способны поглощать вредные примеси. На этом основывается метод адсорбции. В качестве реагентов используют активированный уголь, монтмориллонит, торф, алюмосиликаты.

Очистка сточных вод этим способом дает высокую результативность, позволяет удалять различные виды загрязнений. Адсорбция бывает двух типов: регенеративная и деструктивная. Первый вариант обусловлен удалением вредных примесей из реагента и лишь после этого происходит их утилизация. Во втором - они уничтожаются одновременно с адсорбентом.

#### *Экстракционный*

Вредные примеси помещают в смесь, состоящую из двух жидкостей, которые не растворяются одна в другой. Применяют тогда, когда необходимо удалить из стоков органические вещества.

Метод основан на добавлении определенного объема экстрагента. При этом вредные вещества оставляют воду и концентрируются в созданном слое. Когда их содержание достигает максимального значения, экстракт удаляется.

#### *Метод ионного обмена*

Благодаря обмену, происходящему между контактирующими фазами, можно выводить радиоактивные элементы: свинец, мышьяк, ртутные соединения и т.д. При высоком содержании токсичных веществ этот метод особенно эффективен.

#### *Химический*

Все химические методы очистки сточных вод основаны на добавлении реагентов, которые преобразуют растворенные вещества в состояние взвеси. После этого они удаляются без каких-либо трудностей. В качестве реактивов применяют: окислители (озон, хлор); щелочи (сода, известь); кислоты.

#### *Нейтрализация*

Очистка сточных вод подобным способом нейтрализует патогенные бактерии, выводит уровень рН на требуемый норматив (6,5-8,5). Для этого применяют следующие методы: смешивают щелочи и кислоты в форме жидкостей; вводят химические реагенты; фильтруют стоки, содержащие кислоты; нейтрализуют газы с помощью щелочей и кислоты - раствором аммиака.

#### *Окисление*

Когда не удалось удалить примеси механическим способом и отстаиванием, используют окисление. Реагентами в этом случае выступают озон, бихромат калия, хлор, пиролюзит и др. Озон применяется редко из-за высокой стоимости процесса и при большой концентрации он взрывоопасен.

#### *Процесс восстановления*

Восстанавливается физическое состояние всех вредных загрязнений, а затем удаляют их методом флотации, отстаиванием или фильтрацией. Когда необходимо произвести очищение от мышьяка, ртути, хрома используют этот метод.

#### *Флотация*

Метод флотации - очистка под воздействием воздуха под высоким давлением. Это способ, при котором всплытие мусора на поверхность достигается добавлением в сточные воды вихревых потоков воздуха. Эффективность метода будет зависеть от гидрофобности частиц. Устойчивость воздушных пузырей к разрушению повышают добавкой реагентов.

Переработанные осадки, которые являются результатом очистки бытовых сточных вод и некоторых промышленных отраслей могут быть использованы сельским хозяйством в качестве удобрений.

## САМООЧИЩЕНИЕ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

Каждый водоем - это сложная живая система, где обитают растения, специфические организмы, в том числе и микроорганизмы, которые постоянно размножаются и отмирают, что обеспечивает **самоочищение водоемов**. Факторы самоочищения водоемов многочисленны и многообразны. Условно их можно разделить на три группы:

1. Физические.
2. Химические.
3. Биологические.

**Физические факторы** - это разбавление, растворение и перемешивание поступающих загрязнений. Осаждение в воде нерастворимых осадков, в том числе и микроорганизмов. Понижение температуры воды сдерживает процесс самоочищения, а ультрафиолетовое излучение и повышение температуры воды ускоряет этот процесс.

**Химические факторы** - окисление органических и неорганических веществ. Часто оценку самоочищения водоема дают по биохимической потребности кислорода (ВПК) и по конкретным соединениям в воде - углеводов, смол, фенолов и др.

**Биологические факторы** - размножение в воде водорослей, плесневых и дрожжевых грибов. Кроме растений самоочищению способствуют и представители животного мира: моллюски, некоторые виды амёб.

Самоочищение загрязненной воды сопровождается улучшением её органолептических свойств и освобождением от патогенных микроорганизмов. Скорость самоочищения зависит от степени загрязнения воды, сезона года. При небольшом загрязнении вода, в основном, самоочищается за 3-4 суток.

Отрицательное влияние на процесс самоочищения оказывает загрязнение водоема химическими веществами (азот, фосфор), ароматическими углеводородами и нефтепродуктами. Самоочищение воды от нефти растягивается на длительное время (месяцы, а на реках с малым током даже на годы).

Самоочищение морей и океанов – сложный процесс, при котором происходит разрушение компонентов загрязнения и включение их в общий круговорот веществ. Способность моря перерабатывать углеводороды и другие виды загрязнения не безгранична. В настоящее время многие акватории уже утратили способность к самоочищению. Некоторые заливы и бухты нефть, в больших количествах скопившаяся в донных отложениях, превратила практически в мертвые зоны. Существует прямая зависимость между численностью нефтеокисляющих микроорганизмов и интенсивностью нефтяного загрязнения морской воды.

Наряду с численностью микроорганизмов в местах постоянного нефтяного

загрязнения растет и видовое разнообразие. Это, по всей видимости, можно объяснить большой сложностью химического состава нефти, различные компоненты которой могут потребляться только определенными видами микроорганизмов. Связь между численностью и видовым разнообразием микроорганизмов, с одной стороны, и интенсивностью нефтяного загрязнения, с другой - дает основания рассматривать нефтеокисляющие микроорганизмы как индикаторы нефтяного загрязнения.

Микроорганизмы моря функционируют в составе сложного микробиоценоза, который реагирует на чужеродные вещества как на единое целое. Не многие виды организмов способны полностью разложить нефть. Такие формы выделяются из воды редко, и процесс деградации нефти не бывает интенсивным. Смешанное бактериальное «население» более эффективно разрушает нефть и отдельные углеводороды.

К морским организмам, которые участвуют в процессах самоочищения, относятся моллюски. Различают две группы моллюсков. В первую входят мидии, устрицы, гребешок и некоторые другие. Их ротовое отверстие состоит из двух трубочек (сифонов). Через один сифон всасывается морская вода со всеми взвешенными в ней частицами, которые оседают в специальном аппарате моллюска, а через другой очищенная морская вода поступает обратно в море. Все съедобные частицы усваиваются, а непереваренные крупными комочками выбрасываются наружу. Мидии - один из самых распространенных морских водных организмов. Крупный моллюск может пропустить через себя до 70 л. воды в сутки и таким образом очистить ее от возможных механических примесей и некоторых органических соединений. Подобно мидии, питаются и другие морские животные - мшанки, губки, асцидии. У моллюсков второй группы раковина или закрученная, овально-конической формы (рапаны, литорины), или напоминает колпачок (морское блюдечко). Ползая по камням, сваям, причалам, растениям, днищам судов, они ежедневно прочищают огромные заросшие поверхности.

Морские организмы (их поведение и состояние) являются индикаторами нефтяных загрязнений, т.е. они как бы осуществляют биологическое наблюдение за окружающей средой. Однако морские организмы не только пассивные регистраторы, но и непосредственные участники процесса естественного самоочищения среды. Известны около 70 родов микроорганизмов, включая бактерии, грибы, дрожжи, которые способны вступать в единоборство с нефтью. Им принадлежит важнейшая роль разложения нефти и углеводородов в море.

Не менее значительная роль микроорганизмов в борьбе с пестицидами: накапливая в себе вредные продукты, бактерии сигнализируют о загрязнении морской среды. Вот почему так важно выяснить как можно больше таких организмов-индикаторов, получить

предельно подробную информацию об их поведении в тех или иных условиях, об их состоянии в зависимости условий окружающей среды. Как выяснилось в последнее время, наиболее действенные в переработке пестицидов макрофиты - водоросли, растущие на небольших глубинах и у берега.

В Мировом океане биота еще практически не нарушена: при внешних воздействиях, выводящих систему из состояния устойчивого равновесия, равновесие смещается в том направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабевает.

## **ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДОПРОВОДОВ ПИТЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Зоны санитарной охраны (ЗСО) организуются на всех водопроводах, вне зависимости от ведомственной принадлежности, подающих воду, как из поверхностных, так и из подземных источников, согласно СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения».

Основной целью создания и обеспечения режима в ЗСО является санитарная охрана от загрязнения источников водоснабжения и водопроводных сооружений, а также территорий, на которых они расположены.

ЗСО организуются в составе трех поясов: первый пояс (строгoго режима) включает территорию расположения водозаборов, площадок всех водопроводных сооружений и водопроводящего канала. Его назначение - защита места водозабора и водозаборных сооружений от случайного или умышленного загрязнения и повреждения. Второй и третий пояса (пояса ограничений) включают территорию, предназначенную для предупреждения загрязнения воды источников водоснабжения.

Санитарная охрана водоводов обеспечивается санитарно-защитной полосой.

Дальность распространения загрязнения зависит от вида источника водоснабжения (поверхностный или подземный), характера загрязнения (микробное или химическое), степени естественной защищенности от поверхностного загрязнения (для подземного источника), гидрогеологических или гидрологических условий.

При определении размеров поясов ЗСО необходимо учитывать время выживаемости микроорганизмов (2 пояс), а для химического загрязнения - дальность распространения, принимая стабильным его состав в водной среде (3 пояс).

Другие факторы, ограничивающие возможность распространения микроорганизмов (адсорбция, температура воды и др.), а также способность химических загрязнений к трансформации и снижение их концентрации под влиянием физико-химических процессов,

протекающих в источниках водоснабжения (сорбция, выпадение в осадок и др.), могут учитываться, если закономерности этих процессов достаточно изучены.

### **Определение границ поясов ЗСО подземного источника**

**Границы первого пояса.** Водозаборы подземных вод должны располагаться вне территории промышленных предприятий и жилой застройки. Расположение на территории промышленного предприятия или жилой застройки возможно при надлежащем обосновании. Граница первого пояса устанавливается на расстоянии не менее 30 м от водозабора - при использовании защищенных подземных вод и на расстоянии не менее 50 м - при использовании недостаточно защищенных подземных вод.

*Граница первого пояса ЗСО группы подземных водозаборов должна находиться на расстоянии не менее 30 и 50 м от крайних скважин.*

Для водозаборов из защищенных подземных вод, расположенных на территории объекта, исключающего возможность загрязнения почвы и подземных вод, размеры первого пояса ЗСО допускается сокращать при условии гидрогеологического обоснования по согласованию с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

К защищенным подземным водам относятся напорные и безнапорные межпластовые воды, имеющие в пределах всех поясов ЗСО сплошную водоупорную кровлю, исключающую возможность местного питания из вышележащих недостаточно защищенных водоносных горизонтов.

К недостаточно защищенным подземным водам относятся:

- а) грунтовые воды, т.е. подземные воды первого от поверхности земли безнапорного водоносного горизонта, получающего питание на площади его распространения;
- б) напорные и безнапорные межпластовые воды, которые в естественных условиях или в результате эксплуатации водозабора получают питание на площади ЗСО из вышележащих недостаточно защищенных водоносных горизонтов через гидрогеологические окна или проницаемые породы кровли, а также из водотоков и водоемов путем непосредственной гидравлической связи.

Для водозаборов при искусственном пополнении запасов подземных вод граница первого пояса устанавливается как для подземного недостаточно защищенного источника водоснабжения на расстоянии не менее 50 м от водозабора и не менее 100 м от инфильтрационных сооружений (бассейнов, каналов и др.).

В границы первого пояса инфильтрационных водозаборов подземных вод включается прибрежная территория между водозабором и поверхностным водоемом, если расстояние между ними менее 150 м.

### **Граница второго и третьего поясов**

При определении границ второго и третьего поясов следует учитывать, что приток подземных вод из водоносного горизонта к водозабору происходит только из области питания водозабора, форма и размеры которой в плане зависят от: типа водозабора (отдельные скважины, группы скважин, линейный ряд скважин, горизонтальные дрены и др.), величины водозабора (расхода воды) и понижения уровня подземных вод, гидрологических особенностей водоносного пласта, условий его питания и дренирования.

Граница второго пояса ЗСО определяется гидродинамическими расчетами исходя из условий, что микробное загрязнение, поступающее в водоносный пласт за пределами второго пояса, не достигает водозабора.

Основным параметром, определяющим расстояние от границ второго пояса ЗСО до водозабора, является время продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод к водозабору ( $T_m$ ). При определении границ второго пояса  $T_m$  принимается по таблице №1.

**Таблица №1**

**Время  $T_m$  расчет границ 2-го пояса ЗСО**

Гидрологические условия	$T_m$ (в сутках)	
	В пределах I и II климатических районов	В пределах III климатического района *
1. Недостаточно защищенные подземные воды (грунтовые воды, а также напорные и безнапорные межпластовые воды, имеющие непосредственную гидравлическую связь с открытым водоемом)	400	400
2. Защищенные подземные воды (напорные и безнапорные межпластовые воды, не имеющие непосредственной гидравлической связи с открытым водоемом)	200	100

\* Климатические районы в соответствии с действующими СНиП.

Граница третьего пояса ЗСО, предназначенного для защиты водоносного пласта от химических загрязнений, также определяется гидродинамическими расчетами. При этом следует исходить из того, что время движения химического загрязнения к водозабору должно быть больше расчетного  $T_x$ . За  $T_x$  принимается как срок эксплуатации водозабора (обычный срок эксплуатации водозабора - 25-50 лет).

Если запасы подземных вод обеспечивают неограниченный срок эксплуатации водозабора, третий пояс должен обеспечить соответственно более длительное сохранение качества подземных вод.

Определение границ второго и третьего поясов ЗСО подземных источников водоснабжения для различных гидрогеологических условий проводится в соответствии с методиками гидрогеологических расчетов.

## **Определение границ поясов ЗСО поверхностного источника**

*Граница первого пояса ЗСО водопровода с поверхностным источником* устанавливается с учетом конкретных условий, в следующих пределах:

- а) для водотоков:
  - вверх по течению - не менее 200 м от водозабора;
  - вниз по течению - не менее 100 м от водозабора;
  - по прилегающему к водозабору берегу - не менее 100 м от линии уреза воды летне-осенней межени;
  - в направлении к противоположному от водозабора берегу при ширине реки или канала менее 100м - вся акватория и противоположный берег шириной 50м от линии уреза воды при летне-осенней межени, при ширине реки или канала более 100м - полоса акватории шириной не менее 100 м;
- б) для водоемов (водохранилища, озера) граница первого пояса должна устанавливаться в зависимости от местных санитарных и гидрологических условий, но не менее 100 м во всех направлениях по акватории водозабора и по прилегающему к водозабору берегу от линии уреза воды при летне-осенней межени.

*Границы второго пояса ЗСО водотоков (реки, канала) и водоемов (водохранилища, озера)* определяются в зависимости от природных, климатических и гидрологических условий.

Граница второго пояса на водотоке в целях микробного самоочищения должна быть удалена вверх по течению водозабора на столько, чтобы время пробега по основному водотоку и его притокам, при расходе воды в водотоке 95% обеспеченности, было не менее 5 суток - для IА, Б, В и Г, а также II аклиматических районов, и не менее 3-х суток - для IД, IIБ, В, Г, а также III климатического района.

Скорость движения воды в м/сутки принимается усредненной по ширине и длине водотока или для отдельных его участков при резких колебаниях скорости течения.

Граница второго пояса ЗСО водотока ниже по течению должна быть определена с учетом исключения влияния ветровых обратных течений, но не менее 250 м от водозабора.

Боковые границы второго пояса ЗСО от уреза воды при летне-осенней межени должны быть расположены на расстоянии:

- а) при равнинном рельефе местности - не менее 500 м;

б) при гористом рельефе местности - до вершины первого склона, обращенного в сторону источника водоснабжения, но не менее 750 м при пологом склоне и не менее 1000 м при крутом.

Граница второго пояса ЗСО на водоемах должна быть удалена по акватории во все стороны от водозабора на расстояние 3 км - при наличии нагонных ветров до 10%, и 5 км - при наличии нагонных ветров более 10%.

Граница 2 пояса ЗСО на водоемах по территории должна быть удалена в обе стороны по берегу на 3 или 5 км в соответствии от уреза воды при нормальном подпорном уровне на 500-1000 м.

В отдельных случаях, с учетом конкретной санитарной ситуации и при соответствующем обосновании, территория второго пояса может быть увеличена по согласованию с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

*Границы третьего пояса ЗСО* поверхностных источников водоснабжения на водотоке вверх и вниз по течению совпадают с границами второго пояса. Боковые границы должны проходить по линии водоразделов в пределах 3-5 километров, включая притоки. Границы третьего пояса поверхностного источника на водоеме полностью совпадают с границами второго пояса.

#### ***Определение границ ЗСО водопроводных сооружений и водоводов***

Зона санитарной охраны водопроводных сооружений, расположенных вне территории водозабора, представлена первым поясом (строгoго режима), водоводов - санитарно-защитной полосой.

Граница первого пояса ЗСО водопроводных сооружений принимается на расстоянии:

- от стен запасных и регулирующих емкостей, фильтров и контактных осветлителей - не менее 30 м;
- от водонапорных башен - не менее 10 м;
- от остальных помещений (отстойники, реагентное хозяйство, склад хлора, насосные станции и др.) - не менее 15 м.