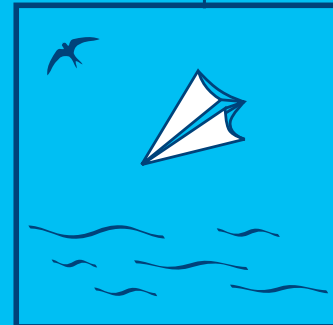


Информационные материалы  
для школьников и педагогов  
для подготовки и проведения  
проектов по номинации

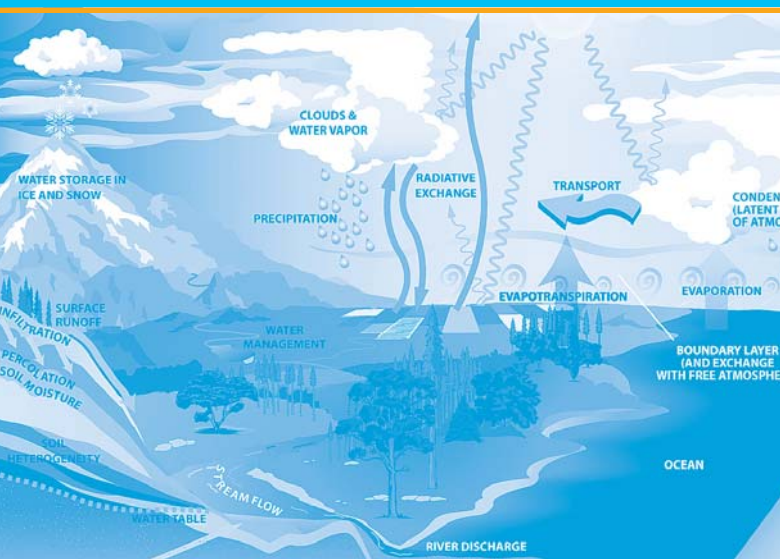
**“Технологии водоподготовки,  
очистки сточных вод  
и рационального использования  
водных ресурсов”**

Часть 2

РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ



КОНКУРС ВОДНЫХ ПРОЕКТОВ  
СТАРШЕКЛАССНИКОВ



МОСКВА 2011

Группа компаний «РОСВОДОКАНАЛ» – крупнейший частный оператор в России и странах СНГ в сфере водоснабжения и водоотведения.

На данный момент Группа обслуживает более 6 млн. потребителей и управляет водоканалами Оренбурга, Барнаула, Калуги и Калужской области, Краснодарара, Омска, Тюмени, Твери и Луганской области Украины).

РОСВОДОКАНАЛ реализует стратегию развития систем водоснабжения и водоотведения в 8 городах России и Украины. В соответствии с инвестиционными программами, общий объем финансирования которых до 2015 года превышает 23 млрд. рублей, на водоканалах городов присутствия Группы выполнен ряд масштабных проектов, направленных на улучшение качества водоснабжения потребителей.

Компания применяет инструменты управления на основе наилучших зарубежных практик: систем экологического менеджмента согласно международным стандартам серии ISO 14001, публикует социально-экологическую отчетность с использованием показателей GRI.

РОСВОДОКАНАЛ активно изучает опыт зарубежных стран по внедрению инновационных природоохранных технологий и занимается модернизацией систем водоснабжения и водоотведения. При этом Группа компаний не только постоянно улучшает качество водоснабжения, снижает аварийность, но и создает обратную связь с клиентом, развивая на каждом предприятии систему информационно-диспетчерских служб. В 2011 году Тюменский водоканал стал победителем престижного международного конкурса «Хрустальная гарнитура» в номинации «Лучший call-центр по обслуживанию населения и организаций».

В рамках реализации ответственности Компания уделяет особое внимание поддержке образовательных проектов для школьников, посвященных водосбережению и охране окружающей среды. РОСВОДОКАНАЛ является партнером Конкурса водных проектов старшеклассников с 2009 года.



**РОСВОДОКАНАЛ**  
группа компаний

Подготовлено на основе учебного пособия «Вода в нашей жизни» (Авторы-составители Н.И. Зотов, Н.В. Моисеенко, по заказу ГК «РОСВОДОКАНАЛ»). – Издательство «Норд-Пресс», г. Донецк, 2007. – 229 с.

## 6. Вода в быту

Основными потребителями воды являются население, предприятия, оборудование и машины для полива улиц и зеленых насаждений, пожарное оборудование для подачи воды на пожаротушение.

*Норма водопотребления* - количество воды, забираемое потребителем за единицу времени.

*Удельное водопотребление* - расход воды на единицу продукции, площади, технологическую операцию.

В населенном пункте основная масса питьевой воды расходуется на удовлетворение хозяйственно-бытовых нужд населения. Норма водопотребления зависит от степени благоустройства жилищ, климатических условий, уклада жизни населения и др. В соответствии с действующими нормами среднесуточная норма потребления воды колеблется от 125 до 250 литров на 1 человека в сутки. В аналогичных условиях в странах Западной Европы в жилищах, оборудованных счетчиками воды, нормы водопотребления находятся в пределах 90-120 литров на 1 человека в сутки.

Нормы водопотребления не являются постоянными величинами, которые были назначены однажды и навсегда. Они могут возрастать при улучшении благоустройства жилищ, при износе санитарно-технических приборов, при зарастании труб продуктами коррозии, при повышении напоров в водопроводных сетях. Снижение расходов воды достигается при установке более совершенного водоразборного оборудования, индивидуальных приборов учета, при повышении цен на воду, а также при интенсивной пропаганде экономного расходования воды через средства массовой информации. Не последнюю роль в нормировании водопотребления играют национальные традиции и технология обслуживания жилья. В развитых промышленных странах нормы водопотребления значительно ниже, чем, например, в странах СНГ. Это обусловлено тем, что вода у них дорогая и налажен строгий учет ее потребления.

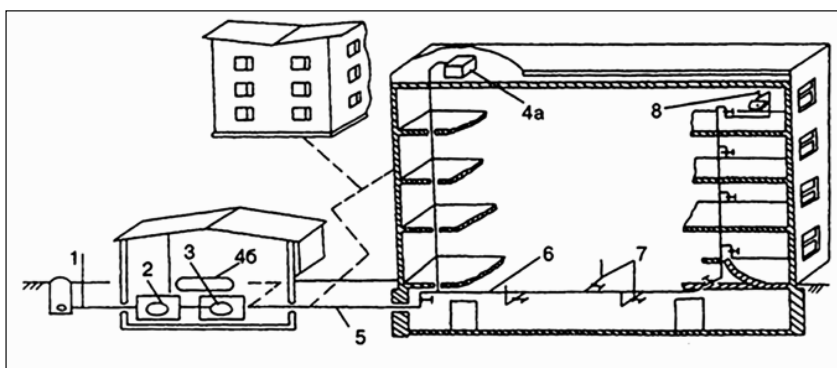
Помимо бытовых нужд населения вода используется на поливку улиц и зеленых насаждений. Среднесуточные нормы водопотребления для этих целей в расчете на одного жителя от 50 до 90 литров в сутки за поливочный сезон.

Нормы воды для промышленности определяются технологами при проектировании соответствующей технологии производств.

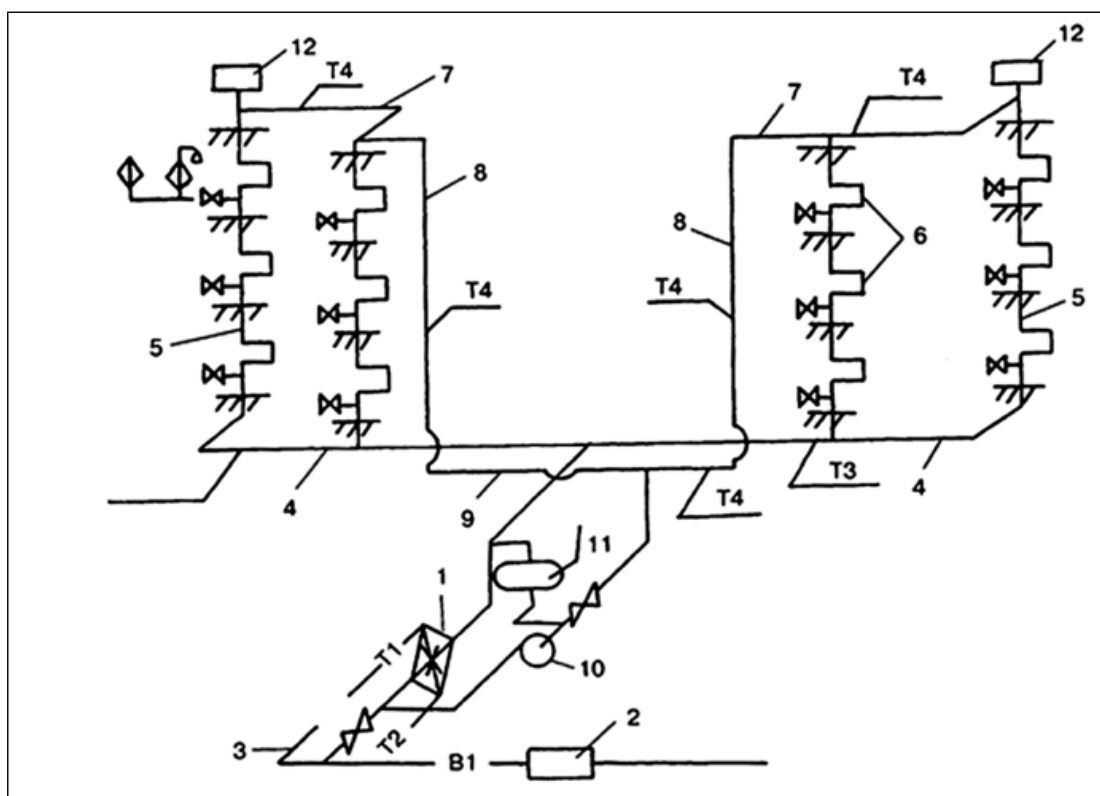
### Пути экономии воды

При водоснабжении населенных пунктов решается множество проблем, которые осложняются тем, что мы часто бездумно перерасходуем воду. Экономить воду в быту достаточно просто - нужно выполнять привычные дела при меньших затратах воды, стараясь как можно меньше при этом ее загрязнять. Для этого нужно изменить привычки пользования водой и привести в порядок санитарно-техническое оборудование в жилищах. В первую очередь нужно проанализировать расходы воды в помещении, после чего подумать о том, как их уменьшить.

### Элементы внутреннего (холодного) водоснабжения



- 1 – ввод; 2 – водомерный узел; 3 – установка для повышения давления; 4 – запасные и регулирующие емкости (4а – водонапорный бак; 4б – гидropневматический бак); 5 – квартальная сеть; 6 – внутренняя сеть; 7 – трубопроводная арматура; 8 – водозаборная арматура



**Схема централизованной системы горячего водоснабжения**

1 – водонагреватель (теплообменный аппарат – на схеме); 2 – водомерный узел (на горячей воде водометров нет); 3 – подача холодной воды в систему холодной воды; 4 – подающие магистрали; 5 – подающие стояки; 6 – полотенцесушители; 7 – переключки на техэтаже или чердаке или под потолком; 8 – циркуляционные стояки; 9 – циркуляционные магистрали (в подвале); 10 – циркуляционный насос (гоняет воду по контуру, чтобы компенсировать потери тепла, но не подает для забора); 11 – аккумуляторы горячей воды (тепла) – необходимы при неравномерном потреблении горячей воды; 12 – воздухоотводчики

**Таблица 1. Затраты воды потребителями в быту, л/чел-сут.**

Вид потребления воды	Болгария	Россия	США	Узбекистан	Украина
Приготовление пищи и питье	5	6	12	10	9
Ежедневный туалет (чистка зубов, умывание)	10	30	-	28	26
Ванна	-	29	74	43	49
Душ	50	23	-	5	27
Стирка	10	49	8	50	42
Смыв унитазов	40	40	82	32	35
<b>Всего:</b>	<b>115</b>	<b>177</b>	<b>176</b>	<b>168</b>	<b>188</b>

**В целях экономии воды предлагаются следующие пути:**

- закрывать кран, когда вода не нужна;
- поддерживать в надлежащем состоянии и проводить своевременный ремонт санитарно-технических устройств;
- устанавливать более экономичное санитарно-техническое оборудование.

Большая часть ежедневно используемой воды расходуется зря. Мы оставляем кран открытым, когда чистим зубы, умываемся или бреемся. Обычно мытье посуды совершается под проточной водой, а не в мойке, которая закрыта пробкой. Можно привести и другие аналогичные случаи.

**Как экономить воду?**

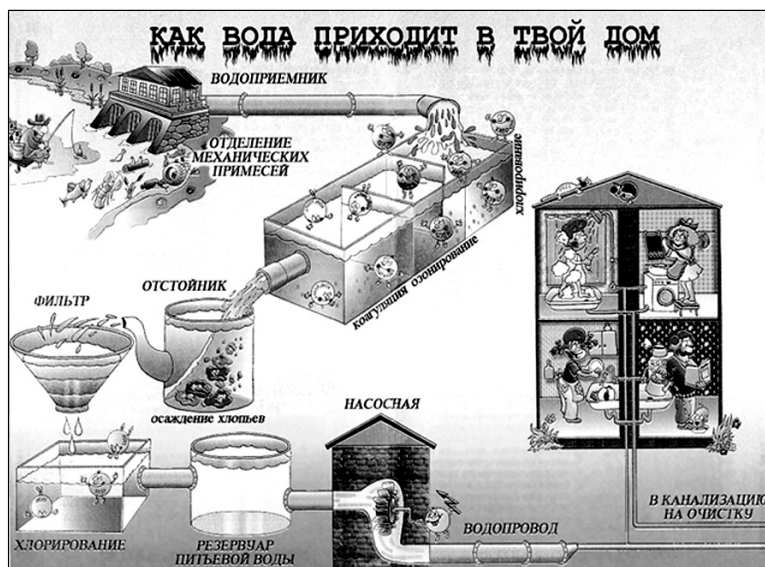
Вода, которая так долго льётся у вас из крана, прошла поразительно длинный путь. Благодаря круговороту воды в природе снег с горных вершин Гималаев, проливные дожди тропических стран, льды Северного Ледовитого океана и Антарктиды, воды остальных океанов, рек и озёр, многократно испаряясь, вновь и вновь возвращались на Землю в виде дождя и снега. Можно с уверенностью считать, что сегодня мы утоляем жажду той самой водой, которую пили динозавры 150 миллионов лет назад.

Доказано, что человек и животные погибают при потере 20-25% находящейся в организме воды. При потере 10% - начинаются болезненные процессы, опасные для жизни. Без воды человек может прожить всего несколько дней.

Имеется немало районов, испытывающих острейший недостаток в питьевой воде, куда её привозят по заказу жителей в ограниченных объёмах. Проблемы с питьевой водой испытывают даже люди, живущие на берегах рек.

Постепенно мы начинаем понимать, что вода является невозполнимым ресурсом, но всё же продолжаем её нерационально использовать и загрязнять. Каждый из нас потребляет в среднем до 300 литров воды в сутки. Для питья и приготовления пищи жителю средней полосы европейского континента необходимо лишь 2 литра в сутки при нормальной температуре воздуха до 3,5 - при высокой, до 4 литров - при средней физической нагрузке и до 5 литров в летнюю жару. Остальное мы тратим на бытовые нужды: ванна, душ, туалет, стирка, мытьё, - то есть, сливаем в канализацию вместе с разнообразными загрязняющими веществами.

Кое-где в наших квартирах уже установлены счётчики потребления воды. Постепенно экономия воды становится средством экономии денег в семейном бюджете, и мы начинаем задумываться, нельзя ли уменьшить поток, например, в ванной, на кухне или в туалете?



### **Это можно делать уже сейчас:**

- Бережно относиться к воде, снизив её потребление на 10-20%, уменьшить поток воды. Вода течёт из крана быстрее, чем мы успеваем её использовать, в минуту из открытого крана вытекает 15-20 литров, а при мытье в ванной её расходуется 150-180 литров. Регулировать расход воды несложно. Например, вместо мытья в ванной принимать душ, что сократит расходы в 3 раза. Уменьшить струю из крана и вообще держать кран открытым только в случае необходимости, - всё это лишь дело привычки.

- Если бы, например, каждый житель областного центра Луганска сэкономил в сутки всего 1л воды, то удалось бы сохранить около 500 тонн воды в городе ежедневно!

- Установить экономичные краны, души, унитазы.
- Поставить в своей квартире счётчик потребления воды.
- Выключать воду, когда говорите по телефону.
- Подсчитать, сколько воды сливается в Вашем унитазе за один раз. Если получается больше 6 литров, можно отрегулировать систему смыва путём установки в смывной бачок небольшой пластмассовой ёмкости с водой. Так уменьшится расход воды при том же эффекте смыва.

- Выяснить, как долго течёт вода, когда Вы принимаете обычный душ. На время выключить воду и определить, насколько необходимо всё время держать воду включённой.

- Закрывать кран, пока чистите зубы, а для полоскания рта пользоваться стаканом.
- Мыть посуду не под текущей струёй воды, а в раковине, закрыв отверстие пробкой, или в тазу, затем ополоснув её в свежей воде.

- Стирать бельё в машине только при полной загрузке или использовать экономный режим стирки.

- Отремонтировать краны и сливные устройства унитазов, ведь потери воды в них огромны. Так, даже при скорости 1 капля в минуту потери за год составляют 15000 литров. Протекающее сливное устройство в туалете может стать причиной потери 700000 литров воды в год.

- Чтобы вымыть грязную обувь не следует использовать струю воды, а нужно налить её в какую-нибудь ёмкость для мытья;

- не следует размораживать продукты под струей воды, а необходимо их пораньше извлечь из морозильной камеры;

- при варке овощей наливайте воду так, чтобы она только покрывала их;

- нельзя превращать унитаз в корзину для мусора, не следует сливать воду без необходимости;

- принимайте душ, а не ванну, так как при этом расходуется меньше воды и электроэнергии для её подогрева; не забывайте выключать воду при намыливании волос и тела;

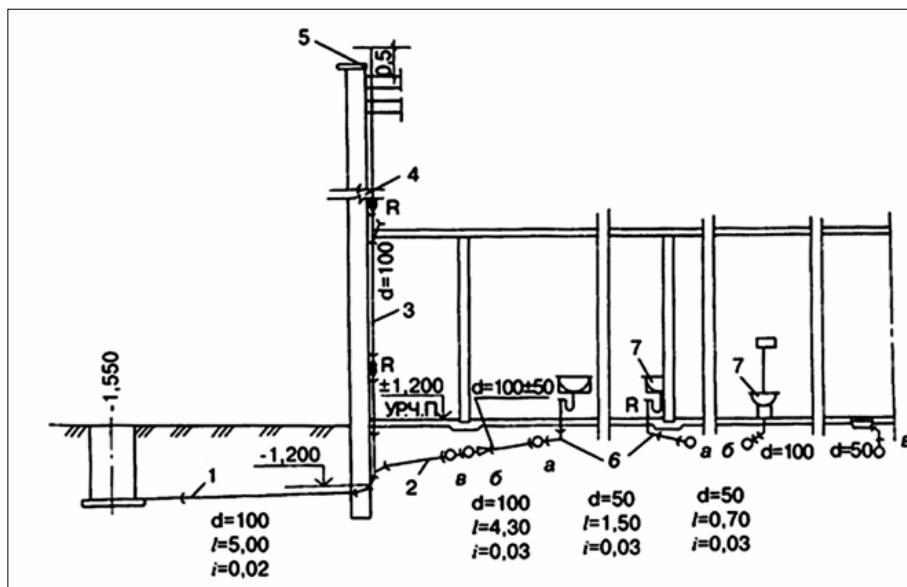
- при приеме ванны, её следует наполнять на одну четверть;

- при мытье автомобиля используйте ведро с водой и губку, а не шланг, при этом экономится до 300 литров воды.

Очень важно поддерживать краны всех видов и водогрейные газовые колонки в исправном состоянии. Большую часть течей легко выявить и устранить при незначительных затратах. Причиной течей из закрытых кранов чаще всего являются изношенные прокладки, они стоят недорого, а их замена не представляет большого труда. Смывной бачок унитаза, из которого после смыва продолжает вытекать вода, - причина значительных ее потерь. По оценкам специалистов, около 40% туалетных бачков текут даже в развитых странах. В странах СНГ эта цифра значительно выше. Причиной течи часто является изношенность клапана или неисправность поплавка.

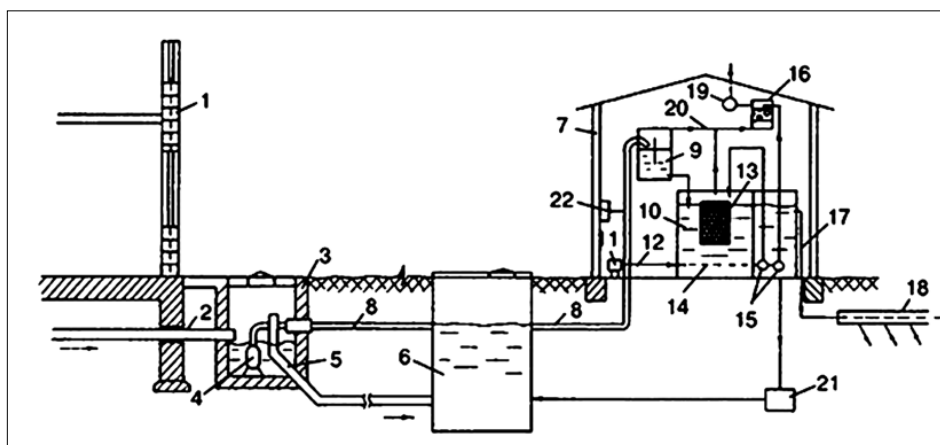
Существует мнение, что учет водопотребления с помощью счетчиков решит все вопросы водоснабжения, в том числе и экономного использования воды. Однако, следует знать, что

до получения экономических выгод потребителю придется понести расходы по приобретению счетчика, его поверке и калибровке, а иногда не одного, а нескольких, в зависимости от планировки квартиры (стоимость одного счетчика 100-150 грн.), по установке водомерного узла на трубопроводе при входе в квартиру. Затем каждые два года придется платить за поверку счетчика, чтобы обеспечить правильность учета расходов воды. Не для всех потребителей такие расходы могут быть доступными. Поэтому принцип экономии воды за счет установки приборов учета, при условии обязательной регулярной оплаты потребителем стоимости поданной воды согласно показаниям счетчика, в настоящее время не вполне реален. Результаты экономии воды можно будет ощутить только тогда, когда приборы учета будут установлены в каждой квартире.



#### Внутренняя канализация и ее основные элементы:

1 – выпуск; 2 – сборный отводной трубопровод; 3 – стояк; 4 – ревизии; 5 – вытяжная часть стояка; 6 – отводные трубы; 7 – приемники сточных вод (санприборы)



#### Схема канализации жилого дома усадебного типа с локальной очистной установкой

1. Жилой дом. 2. Выпуск канализации из дома. 3. Дворовой колодец. 4. Фекальный насос с режущими ножами. 5. Аварийный перелив. 6. Септик. 7. Хозяйственная пристройка. 8. Напорный трубопровод канализации. 9. Гаситель напора. 10. Аэротенк. 11. Компрессор. 12. Воздуховод. 13. Плавающий контейнер с ершами. 14. Барботёр. 15. Эрлифты. 16. Биоскрubber. 17. очищенная вода. 18. Подземные поля фильтрации. 19. Вентилятор. 20. Отсос воздуха из емкостей. 21. Насос избыточного активного типа. 22. Блок управления насосом 4

## 7. Водопроводные насосные станции

С незапамятных времен люди искали способы подъема жидкостей, особенно воды, на высоту. Это было необходимо для полива полей и наполнения фортификационных рвов, окружавших города и замки.

Простейший инструмент для забора воды - рука человека, причем две руки лучше, чем одна! Поэтому наши изобретательные предки быстро догадались прикрепить глиняные сосуды к устройству для забора воды. Это был первый шаг к изобретению ковша. Несколько таких ковшей были прикреплены к цепи или колесу. Для вращения такого устройства и подъема воды использовалась мускульная сила людей или животных.

При археологических раскопках такие ковшовые конвейеры, сделанные примерно в 1000 г. до н. э., были найдены в Египте и Китае. Приведенная рядом иллюстрация показывает реконструированную модель китайского водочерпательного колеса. Это колесо оборудовано прикрепленными глиняными горшками, из которых при достижении верхней точки выливается ранее набранная внизу вода.



Архимед (287–212 гг. до н. э.), великий ученый древности, изобрел винтовое водоподъемное устройство, позже названное в его честь. Это устройство поднимало воду с помощью вращающегося внутри трубы винта, но некоторое количество воды всегда стекало обратно, т. к. в те времена эффективные уплотнения были неизвестны. В результате, была выведена зависимость между наклоном винта и подачей. При работе можно было выбрать между большим объемом поднимаемой воды или большей высотой подъема. Чем больше наклон винта, тем больше высота подачи при уменьшении производительности.

Оригинальное усовершенствование данного устройства было сделано в 1724 г. Джакобом Леопольдом (1674–1727), который присоединил к колесу изогнутые трубы. При повороте колеса вода двигалась к его оси. Течение воды в реке, в свою очередь, служило приводом для этой подъемной установки. Особого внимания в этой конструкции заслуживала форма труб. Она поразительно напоминала форму лопастей современных центробежных насосов.

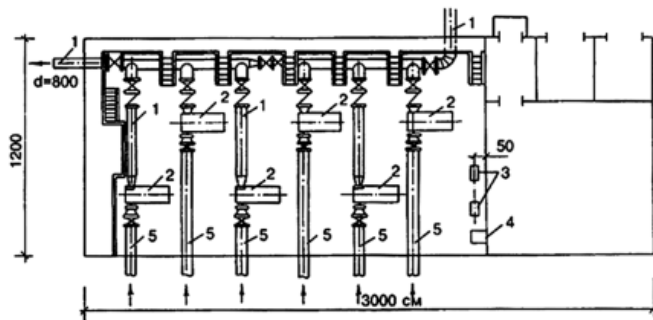
При этом принцип работы механизма был очень похож на тот, по которому работают современные центробежные насосы. Характеристика насоса имеет аналогичную зависимость между напором и подачей. Из исторических источников мы знаем, что такие винтовые насосы работали при углах наклона от  $37^\circ$  до  $45^\circ$ . Они обеспечивали подъем воды на высоту от 2 до 6 м и имели максимальную подачу около 10 м<sup>3</sup>/ч.

Водопроводная насосная станция является одним из важнейших элементов системы водоснабжения. Насосные станции создают напор в трубах для подачи воды от источника водоснабжения до водоразборной арматуры санитарных приборов у потребителей. Насосная станция - довольно сложное сооружение, для эксплуатации которой необходимо много знаний и навыков. Из поверхностных источников водоснабжения забирают воду насосные станции первого подъема, которые подают ее на очистку или непосредственно потребителям, которые

не предъявляют высоких требований к качеству воды (промышленное водоснабжение, орошение сельхозугодий, пожаротушение и т.п.). Очищенную воду в водораспределительную сеть населенного пункта подают насосные станции второго подъема. При значительном удалении водоочистной станции от потребителей воды в схеме водоснабжения могут использоваться насосные станции третьего и последующих подъемов, которые по принципу эстафеты поддерживают в водопроводных трубах необходимый напор воды, не превышая при этом максимально возможный напор для используемых труб (исходя из условий сохранения их прочности и герметичности). В отдельных микрорайонах и даже для отдельных домов повышенной этажности применяют повысительные насосные станции, обеспечивающие необходимый напор для потребителей воды на верхних этажах жилых и общественных зданий.



Насосные станции обычно оборудуют приемными камерами, из которых вода поступает к насосам, которые являются основным элементом станции. Наибольшее применение получили центробежные насосы, в их корпусе с большой скоростью вращаются рабочие колеса специальной формы, благодаря которым в необходимом количестве и с потребным напором вода перемещается по трубам. Рабочие колеса приводятся во вращение электродвигателями, которые потребляют значительное количество электроэнергии. Чем большее количество воды и с большим напором перекачивает насос, тем больше энергии потребляет его электродвигатель. В среднем в Украине для перекачки одного кубометра воды (1000 литров) необходимо израсходовать от 0,5 до 1 кВт-час электроэнергии. Для примера, такого количества электроэнергии достаточно, чтобы 5-10 часов работал телевизор или в течение часа работали 8-16 электрических лампочек.



**Схема насосной станции с двухрядным расположением агрегатов**

1 – напорные трубопроводы; 2 – центробежный насос с электродвигателем; 3 – вакуум-насос; 4 – дренажный насос; 5 – всасывающие линии

В помещении насосной станции имеется большое количество труб различного назначения. Всасывающие трубы находятся перед насосом, давление в них незначительное. По этим трубам вода из источника поступает к рабочему колесу. Напорные трубы находятся за насосами, вода в них находится под большим давлением, благодаря которому может перемещаться на значительные расстояния. Для того чтобы прекращать подачу воды к насосам и в трубы на них устанавливаются задвижки. В корпусе задвижки размещаются специальные диски, которые могут полностью или частично перекрыть поток воды. За насосами устанавливают также специальные обратные клапаны, которые позволяют движение воды только в одном направлении (от насоса). В случае самопроизвольного движения воды в обратном направлении имеющийся в корпусе клапан захлопывается, что обеспечивает охрану насоса от воздействия гидравлического удара, который может возникать в трубопроводах при определенных условиях и обладает разрушительными силами. Это явление может происходить при внезапной остановке электродвигателя (при отключении электроэнергии) или при самопроизвольном быстром закрытии задвижки (падают диски), в результате чего вода может с большой скоростью и с возрастающим давлением устремиться в обратном направлении.

На насосной станции установлена аппаратура для пуска и остановки двигателей насосов, в том числе аппаратура для автоматического регулирования числа оборотов двигателей, с целью обеспечения экономичного режима их работы при различных режимах потребления воды в течение суток, а также большое количество контрольно-измерительных приборов, с помощью которых в любой момент можно установить параметры работы насосной станции и ее отдельных элементов.

Потребление воды в населенных пунктах происходит очень неравномерно, чем меньше город или поселок, тем эта неравномерность выше. Для нормальной работы станций очистки воды принимается равномерный в течение суток технологический режим, при котором обеспечивается подача очищенной воды со среднечасовыми расходами. При этом возникает несоответствие равномерного поступления воды и неравномерного ее расходования. Возникающие в отдельные часы суток излишки воды хранят в специальных резервуарах, откуда затем с помощью насосных станций подают потребителям, когда водопотребление максимальное. Резервуары размещают или непосредственно на водоочистных станциях (резервуары чистой воды), или в специально оборудованных водораспределительных узлах в разных районах населенных пунктов. В состав водораспределительного узла чаще всего входят резервуары для воды, объем и количество которых определяется расчетом в зависимости от режима неравномерности водопотребления, повысительные насосные станции, обеспечивающие потребный напор в трубах, и устройства для дополнительного обеззараживания воды при необходимости.

Особо важное значение водораспределительные узлы имеют при расположении населенных пунктов на местности со значительными перепадами высот. В этом случае приходится обеспечивать так называемое зонное водоснабжение, которое учитывает особенности высотного расположения жилых и общественных зданий в пониженных и повышенных частях городов или поселков. В насосных станциях водораспределительных узлов устанавливают соответствующее насосное оборудование.

## **8. Загрязнение воды**

### **Типы и состав загрязнений**

В процессе использования воды в быту и в производственных процессах она подвергается загрязнению, превращаясь в сточные воды. Сточная вода - это вода, загрязненная вследствие использования ее в быту и производстве, а также атмосферная вода, отводимая с территории населенных мест и промышленных предприятий. В качестве больших групп различают бытовые и производственные сточные воды, а также поверхностные (дождевые, ливневые, та-

лые) сточные воды. Очень трудно дать краткую характеристику ингредиентов сточных вод, так как загрязненные сточные воды могут содержать в большем или меньшем количестве многие вещества. Загрязнения можно разделить на следующие типы: химические (органические и неорганические), физические (тепловые и радиационные) и биологические.



Как правило, сточные воды содержат все типы загрязнений. Находящиеся в сточных водах твердые вещества различаются по крупности. Диапазон крупности довольно широк: от крупных механических примесей, задерживаемых решетками с прозорами в несколько сантиметров, до полурастворенных и растворенных веществ, различимых лишь под микроскопом. Среди них имеются частицы, находящиеся во взвешенном состоянии, от крупных песчинок до мельчайших взвесей.

Мутность воды объясняется наличием в ней полурастворенных - коллоидных (коллоиды - клей) - частиц. Эти частицы настолько малы, что не оседают на дно, а находятся во взвешенном состоянии вследствие беспорядочного теплового движения молекул воды (броуновское движение). Растворенные вещества неразличимы невооруженным глазом и не вызывают помутнения воды.

Осаждающиеся, полурастворенные и растворенные вещества, находящиеся в сточных водах, - это преимущественно органические вещества (58%) - продукты живой природы. Они представляют собой химические соединения углерода и в сухом состоянии горят. Остальные твердые вещества (42%) являются неорганическими. К ним относятся такие минералы, как песок, глина и т.п., и они не горят.

В природе все органические вещества спустя некоторое время разлагаются. В этом можно убедиться, если на несколько дней оставить открытым сосуд со сточной жидкостью с выпавшим осадком. Осадок, включающий и органические вещества, вскоре превращается в гниющую массу с резким неприятным запахом. При этом загнивает не только осадок, но и находящаяся над ним мутная вода. Даже профильтрованная сточная вода через некоторое время загнивает.

Сточная вода при ее непродолжительном пребывании в городском канализационном коллекторе выглядит грязно-серой, отличаясь от содержимого выгребных (фекальных) ям. Это объясняется тем, что сбрасываемые в канализацию сточные воды содержат до 99,9% воды и только 0,1 % твердых веществ. Такая сточная вода внешне похожа на воду от мытья полов, не обладает резким запахом до тех пор, пока в ней не начался процесс разложения органических веществ. При разложении белковых соединений наряду с другими веществами выделяется сероводород - ядовитый газ, присутствие которого даже в небольших количествах придает сточной воде запах тухлых яиц. Сероводород, соединяясь с постоянно имеющимся в воде железом, образует сернистое железо черного цвета, чем и объясняется почернение разлагающейся воды. Процесс гниения сопровождается выделением зловонного запаха. Это происходит не только со сточной жидкостью, но и при загнивании или твердых отходов.

Расчетами установлено, что в сутки на одного городского жителя приходится 60 г оседающих, 30 г неоседающих и 100 г растворенных веществ. Согласно нормативам, действующим на Украине, количество оседающих и не оседающих веществ (по нашей терминологии взвешенных веществ) составляет 65 г в сутки на одного человека. Две трети взвешенных веществ — органического происхождения. У растворенных веществ органические соединения составляют до 50%. Крупные отбросы, задерживаемые на решетках и ситах (кусочки древесины, пробки, остатки фруктов и овощей, кусочки кала, бумаги, текстиля и т.п.), содержатся в количестве от 2 до 10 л на человека в год (по нормативам Украины - 8 л/год).

Помимо указанных характеристик и химического состава сточных вод необходимо знать ее

свойства с биологической точки зрения. В любой сточной воде находится большое количество микроорганизмов. Это прежде всего бактерии, содержание которых в 1 см<sup>3</sup> сточной воды достигает несколько сотен миллионов. Общий объем бактериальной массы составляет примерно 0,04% от всего количества сточной воды. Эти бактерии подразделяются на безвредные и опасные, то есть болезнетворные. Обычно городские сточные воды содержат большее или меньшее количество болезнетворных бактерий.

К сточным водам относятся, как уже отмечалось, поверхностные (атмосферные) сточные воды, отводимые с территорий населенных пунктов. Дождевые воды, стекающие с крыш, дворов, улиц и тротуаров, сильно загрязнены, так как смывают на своем пути все загрязнения с указанных поверхностей. Содержание загрязнений в поверхностных стоках в начале дождя, особенно после большого перерыва в выпадении дождей, весьма значительно. Такие стоки близки по составу с бытовыми сточными водами, а при стоке с территорий промышленных предприятий поверхностные сточные воды приобретают свойства концентрированных производственных сточных вод.

### Источники загрязнения воды

Основными источниками загрязнения воды являются городские территории, промышленные предприятия и производители сельскохозяйственной продукции. Города являются источниками загрязнения из-за не полностью очищенных сточных вод, поверхностных стоков и сбросов предприятий в систему городской канализации. Все города Украины имеют централизованные системы сбора и очистки сточных вод, однако они не всегда охватывают всех жителей. В коллекторы поступают дождевые воды с крыш домов и

поверхностей улиц. Объем таких стоков может очень быстро возрастать, усложняя работу очистных сооружений. Дождевой сток смывает в канализацию грязь, отходы жизнедеятельности животных и технические масла с поверхности улиц. Большое количество стоков, которые поступают на очистные сооружения во время выпадения дождей, невозможно качественно очистить, что приводит к загрязнению водоемов.



Особое внимание следует уделять очистке промышленных сточных вод из-за многообразия содержащихся в них загрязняющих элементов. Плохая очистка таких сточных вод может привести к значительным загрязнениям природных водоемов, это обусловлено тем, что каждая

отрасль промышленности имеет особые методы обработки сырья и других исходных материалов. Большое количество предприятий размещено вблизи рек, которые являются дешевым транспортным путем, источником воды для охлаждения оборудования и даже составляющей частью выпускаемой продукции. В реки удобно сбрасывать жидкие отходы. Поэтому для каждой отрасли промышленности устанавливают особые требования к качеству очистки сточных вод и сбросу отходов. Большое количество промышленных загрязнений в сточных водах не может быть очищено на сооружениях городской канализации. В этих случаях на промышленных предприятиях предусматривают строительство специальных местных (локальных) очистных сооружений для очистки сточных вод от указанных загрязнений.

В результате сельскохозяйственной деятельности происходит загрязнение поверхностных и подземных водных источников отходами жизнедеятельности животных и птиц, ядохимикатами и минеральными удобрениями, смываемым с полей грунтом. Большие хозяйства со значительным количеством поголовья свиней, крупного рогатого скота и птицы могут загрязнить своими отходами небольшие населенные пункты. Чаще всего указанные загрязнения не очищают, накапливая отходы в навозохранилищах, что приводит к периодическим сильным загрязнениям водоемов. Смываемые удобрения, содержащие азотные и фосфорные соединения, способствуют интенсивному зарастанию водоемов высшей водной растительностью, при отмирании которой происходит загрязнение воды продуктами гниения. Чрезмерное использование удобрений и ядохимикатов, хранение навоза в специальных земляных емкостях вызывают загрязнение подземных вод опасными для здоровья элементами.

## 9. Качество воды и здоровье

Вода, воздух и еда – три необходимые составляющие для нормального физического состояния человека. Мы знаем, что можем умереть без воздуха, знаем, что каждый день должны есть, но не всегда в полной мере задумываемся о важнейшей роли воды в нашей жизни.

Мы так привыкли к воде, что не думаем о ней, когда моем руки или чистим зубы, мы не обращаем внимания, если вода без дела течёт из крана, но эта потерянная вода может символизировать границу между жизнью и смертью для того, кто живёт в стране, где воды очень мало. Что имеем – не храним ...

Вода повсюду – она внутри нас, в воздухе, которым мы дышим, в клетках нашего тела, в наших органах, в крови. Мы теряем воду, когда работаем, занимаемся спортом, когда разговариваем и дышим. Нам надо постоянно восполнять запас утраченной воды. Вода – необходимое питательное вещество, самый настоящий эликсир жизни. Это самое главное в жизни – и менее всего ценимое нами. Если мы отнимем воду, то уничтожим саму жизнь. Вот несколько примеров, подтверждающих её важнейшую роль в жизни нашей планеты:

- 97 % воды на Земле находится в океанах;
- Атлантический, Северный Ледовитый, Индийский и Тихий океаны покрывают 75% земной поверхности;
- 2 % воды существует в виде льда;
- 0,8 % воды находится под землёй;
- 0,2 % воды находится в реках, озёрах, облаках и родниках.

Вода – это здоровье, наши тела на 75% состоят из воды. Если это количество воды снижается всего лишь на 2%, нам угрожает обезвоживание. Как только это происходит, процессы в нашем организме замедляются и начинают давать сбои. Это и не удивительно – наш мозг на 75% состоит из воды, кровь – на 92%, кости – на 22%, мускулы – на 75%, клетки мозга – на 82%. Вода необходима нам для того, чтобы дышать, поскольку увлажняет воздух при вдохе. Вода, находящаяся внутри нас, участвует в терморегуляции тела. Вода – транспортная система

всего организма, по которой движутся питательные вещества и выводятся вредные. Вода расщепляет пищу, поддерживает температуру тела и эластичность кожи. Небольшое обезвоживание способно вызвать головные боли и даже головокружение. Длительное обезвоживание становится причиной высокого кровяного давления, плохого кровообращения и пищеварения, почечной недостаточности, замедления функций и реакций организма. Следствием недостатка воды может быть сухая и раздражённая кожа, вялость при пробуждении и усталость в течение всего дня.

Приблизительно 90% населения Земли находится в состоянии обезвоживания. Мы настолько привыкли к чувству жажды, что принимаем его за чувство голода. Обезвоживание организма весьма опасно и вредно – незначительное обезвоживание замедляет обмен веществ на 3%, обезвоживание лишь на 2% приводит к снижению памяти, ухудшению математических способностей, вызывает затруднения при чтении и работе на компьютере. Усталость является в первую очередь следствием недостатка воды. Наш организм постоянно нуждается в водной подпитке – в жаркий день мы теряем с потом более 16 стаканов воды; в холодную погоду нашему организму требуется столько же воды, сколько и в жаркую; во время сна мы теряем столько же воды, сколько и во время бодрствования.

**Что такое вода?** Мы воспринимаем воду как нечто само собой разумеющееся. Но мы существуем благодаря воде, мы вышли из неё и продолжаем жить с её помощью. Вода – природное вещество, она может находиться в твёрдом, жидком и газообразном состояниях. Она может течь по поверхности земли и под землёй. Вода существует в виде снега, облаков, дождя и града. Вода – это море, океан, бассейн и пруд, она стекает водопадами и бежит подземными и наземными реками, вода – это роса и туман. Если мы не относимся к воде с уважением, она может нести смерть и разрушения. Но она необходима нам, чтобы жить.

Вода вырабатывает энергию и электричество. Она весело журчит и повышает наше настроение, она смывает все физические и эмоциональные нагрузки. Вода расслабляет нас и сохраняет наш разум. С помощью воды люди выращивают растения, которые употребляют в пищу. Вода – это основа большинства пищевых продуктов. Вода даёт жизнь обитателям моря и помогает перевозить товары из одной части света в другую. Вода отмывает нашу одежду от грязи. Она прокладывает себе путь по суше, формируя русла рек, и может размывать береговую линию. Вода может разбавлять почти все субстанции настолько хорошо, что их частицы становятся практически незаметными. Вода действительно может всё. Но мы, тем не менее, не думаем о ней, пока не ощутим её недостаток. Тогда это превращается в навязчивую мысль, в проблему, ситуация становится опасной и потенциально смертельной. Поразительно, что вода, столь важная и необходимая, ценится порой так низко.

Если говорить упрощённо, то вода – химическое соединение, состоящее из одного атома кислорода и двух атомов водорода. Поэтому мы изображаем её в виде формулы  $H_2O$ . Атомы и молекулы имеют положительный и отрицательный заряды. И кислород, и водород заряжены отрицательно, и поэтому они взаимно отталкиваются. Именно поэтому вода подвижна и способна легко менять форму. Если вылить на стол стакан воды, она растечётся по всей его поверхности. Если же наполнить сосуд водой и поставить его в морозильную камеру, то вода станет твёрдой. При добавлении в воду соли она будет кипеть при более высокой температуре. Вода – одно из наиболее изменчивых известных нам веществ. Не случайно поэтому, что из-за этих свойств воды наш организм, состоящий из неё на 75%, испытывает серьёзные перемены на физическом и духовном уровнях. Наша реакция может быть незначительной или огромной, медленной, почти незаметной и мгновенной, даже фатальной. Вода может лечить, способствовать обретению гармонии и стабильного здоровья.

Электрический заряд воды влияет не только на её состояние. Каждый организм на нашей планете, будь то клетка или атом, также несёт в себе электрический заряд. Поэтому вода ока-

зывает воздействие на каждое существо, каждый организм и клетку, на любое электрическое поле и любой предмет, входящий с ней в соприкосновение. У воды есть собственная частота электрических колебаний. Если поместить воду рядом с каким-нибудь объектом, то она так или иначе будет отзываться на его колебания. При изменении частоты изменяется результат взаимодействия. Мы можем ускорить или замедлить степень взаимного влияния, а в результате изменить последствия взаимодействия в ту или иную сторону. Вода также запоминает структуру организма, минерала или растения, которые поместили в неё.

### Какие виды воды существуют?

Вода бывает не только водопроводная. Есть множество и других определений: *питьевая, натуральная минеральная, очищенная, дистиллированная, ключевая, природная вода из источников*. Водопроводная вода – это часть нашей жизни. Мы используем её для питья, приготовления пищи, принятия ванн, стирки одежды и белья. В некоторых районах вода жёсткая, в других – мягкая. При поездках можно убедиться, что водопроводная вода имеет разные вкус и запах в других районах и областях. Потребитель всегда может свободно узнать, что содержится в воде, ознакомившись с документами в организации – поставщике (в Водоканале и т.п.). В них содержатся результаты анализов воды вашего города или посёлка. Водопроводная вода подвергается серьёзной проверке и должна отвечать определённым стандартам безопасности. Если вы хотите сделать её ещё более безопасной, применяйте бытовые фильтры доочистки. В разных областях вода может быть жёсткой или мягкой. Разница между ними простая, но значительная. В жёсткой воде содержится больше кальция и магния, а в мягкой воде больше натрия. Мягкая вода кажется более приятной, но она вовсе не так уж и полезна.

**Очищенная вода.** Это любая вода, которую дистиллировали или очистили с помощью специальных фильтров различных конструкций и принципов действия. При этих методах очистки из воды помимо вредных примесей удаляются и полезные для организма вещества. Пить такую воду не рекомендуется. Часто её смешивают с обычной природной водой с целью достижения требований государственного стандарта в смеси этих вод.

**Природные минеральные воды** должны быть взяты из подземных источников. Из этой воды нельзя удалять ничего, кроме бактерий. Для неё не существует норм содержания минеральных веществ, но она должна отвечать требованиям своего собственного стандарта. В некоторых странах минеральная вода синоним ключевой. Термин «минеральная» используется потому, что вода, прежде чем оказаться на земной поверхности, путешествует под землёй, просачиваясь через различные горные породы, каждая из которых, растворяясь, насыщает её определёнными минеральными веществами. Независимо от источника, минеральные вещества, содержащиеся в минеральной воде, очень полезны.

Особого внимания требует **вода в бутылках**, количество сортов и названий которой возрастает с каждым днём. Некоторые сорта воды в бутылках могут быть не более чистыми, чем отфильтрованная вода из-под крана. Для бутылочной воды не существует норм содержания солей металлов, минералов и солей. Разница в её составах огромна, у неё разный вкус. Столовая, бутылочная питьевая, минеральная, ключевая, дистиллированная – всё это означает разные уровни чистоты воды. Некоторые виды из них – это просто обычная водопроводная вода в бутылке, а другие строго протестированы на чистоту. Для столовой, родниковой и питьевой воды существуют те же стандарты, что и для водопроводной воды. Её обычно заливают в стерилизованные безопасные ёмкости. Она может быть взята из природного ключа или из водопровода. Она может быть отфильтрована, обработана и смешана с другими видами воды. Потребитель платит только за то, что кто-то разлил её по бутылкам и тем или иным способом очистил. Вся вода в бутылках должна быть использована до истечения её срока годности.

### **Влияние загрязнений воды на здоровье человека**

Вода, даже из очень чистых источников, не является абсолютно чистой, точнее она не всегда пригодна для нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения, она может содержать различные загрязняющие вещества природного происхождения - бикарбонаты, сульфаты, хлориды, ионы натрия, калий, кальций, магний и др. Источниками указанных загрязнений в поверхностных и подземных водах является грунт, геологические структуры, остатки растений и животных, осадки и сток с прилегающих территорий, биологические, физические и химические процессы в воде, а также продукты жизнедеятельности человека.

Каждый водоем нужно рассматривать как экосистему, которая представлена сложными взаимоотношениями живых организмов с окружающей средой; все, что происходит в воздухе, воде и почве в той или иной мере влияет на качество воды. В принципе естественные водоемы - реки и озера - способны в определенной мере очищаться от попадающих в них веществ (самоочищение), однако эти возможности имеют определенные пределы.

Водные экосистемы являются исключительно чувствительными к загрязнениям. Мутная, застойная вода зеленоватого оттенка, несомненно, загрязнена. Причиной этого является развитие в воде микроорганизмов и водорослей, которые интенсивно размножаются при попадании в воду азота и фосфора из минеральных удобрений и других источников. Для своего развития микроорганизмы используют растворенный в воде кислород, который необходим для жизни рыбам. На количество растворенного кислорода в воде оказывает влияние ее температура (с повышением температуры концентрация растворенного кислорода снижается), поэтому сброс в водоемы нагретых промстоков также негативно влияет на рыбу.

Как уже отмечалось, особого внимания заслуживают загрязнения источников питьевого водоснабжения, поскольку качество питьевой воды жизненно важно для человека. Вода в организме человека выполняет ряд важных функций:

- регулирует температуру тела и теплообмен;
- обеспечивает циркуляцию питательных веществ и кислорода ко всем клеткам тела, их освоение организмом и переработку в энергию;
- выводит шлаки и отходы жизнедеятельности организма.

Чувство жажды у человека наступает при потере 2% воды от общей массы тела; потеря 10-15% воды приводит к галлюцинациям и нарушению глотательного рефлекса, а потеря 15-20% - опасна для жизни. В среднем за свою жизнь человек потребляет с питьем и пищей 65-75 тонн воды. При неудовлетворительном качестве воды она превращается из эликсира жизни во врага здоровья.

На качество питьевой воды могут влиять разные загрязняющие вещества, которые определяют ее цвет, вкус и запах, а некоторые химические загрязнения могут быть токсичными для организма человека. Наиболее распространенными и опасными для здоровья человека являются микроорганизмы. Это в основном патогенные бактерии и вирусы из отходов жизнедеятельности человека, которые попадают в питьевую воду в связи с низким качеством очистки канализационных сточных вод или при отсутствии очистки как таковой. Известно, что 80% заболеваний передается через воду. Бактерии и вирусы вызывают, например, дизентерию, тиф, холеру и другие инфекционные заболевания. Установлено, что в водоемах, загрязненных сточными водами, обнаруживается до 100 видов энтеровирусов, из которых наиболее распространены вирусы полиомиелита и инфекционного гепатита. Причем многие вирусы не погибают в процессе очистки сточных вод, а в присутствии органических соединений проявляют значительную стойкость по отношению к хлору, а потому могут сохраняться и в питьевой воде.



### Влияние некоторых загрязнителей на здоровье человека

Менее исследовано влияние на организм человека токсичных веществ, поскольку часто их влияние на здоровье является незаметным в течение длительного периода, а иногда его трудно отличить от воздействия других вредных факторов (некачественное питание, стресс, загрязненный воздух и др.).

Одним из существенных факторов загрязнения водоемов являются нефтепродукты. Даже небольшие количества нефти, попадающие на поверхность воды, ухудшают ее качество настолько, что она становится непригодной как для питьевых, так и культурно-оздоровительных целей. Сложность заключается не только в том, что 1 литр нефтепродуктов способен сделать непригодными к использованию тысячи кубометров воды, но и в том, что дисперсия углеводородов длится очень долго, иногда годами. Новым, все более угрожающим фактором загрязнения водоемов является прогрессирующее повышение минерализации открытых водоемов и даже подземных источников.

В связи с перечисленным выше можно сделать вывод о том, что в самое ближайшее время основной проблемой коммунального водоснабжения будет не дефицит водных ресурсов, а несоответствие их качества санитарно-гигиеническим требованиям.

Некоторые химические загрязнения промышленных сточных вод опасны в генетическом отношении. Мутагенными свойствами обладают многие промышленные пластики, химические стерилизаторы, ракетное топливо и др. Поступающие в водоемы в большом количестве соли тяжелых металлов могут взаимодействовать с присутствующими в воде органическими веществами, образуя стойкие токсикогенные соединения.

Полная биохимическая очистка способствует значительному снижению количества загрязнений в сточных водах. Однако и после нее сточные воды еще содержат целый ряд соединений. Даже с помощью современных методов механической и биохимической очистки из бытовых

сточных вод извлекается только 90-95% органических загрязнений, примерно 50% органического и неорганического азота, от 20 до 40% фосфора и лишь 5% растворимых соединений. Нитраты, фосфаты, кишечные, стрептококковые и другие бактерии, остатки пестицидов и различные химические соединения удаляются довольно трудно. Особенно трудно из сточных вод удаляются пестициды.

В нашей стране состав сточных вод не нормируется, а контролируется качество воды источника водопользования, которое зависит от характера стоков, сбрасываемых в водоем, степени их предварительной очистки, местных условий. В охране водоемов ведущее место занимает очистка сточных вод. Однако использование для этой цели даже наиболее совершенных методов биологической очистки не обеспечивает качественных показателей, достаточных для использования водоемисточников для питьевых целей. Существующая система очистки хозяйственно-бытовых сточных вод не полностью решает актуальную гигиеническую проблему водоснабжения и санитарной охраны водоемов. Необходимо внедрение методов глубокой очистки (доочистки) сточных вод.

На Украине по данным Центра государственного санитарно-эпидемиологического контроля из всего объема загрязненных вод, которые поступают в водоемы (более 4 куб. км/год), предварительно подвергается очистке только 50%. Главнейшим является то, что водоемы, насыщенные загрязнениями, теряют способность самоочищения. Имеется целый ряд населенных пунктов, в которых воду из-под крана нельзя использовать для питья и приготовления пищи без предварительной доочистки, часто ее нельзя использовать без отстаивания или кипячения.

#### Виды загрязнений сточных вод и их влияние на здоровье человека:

Загрязнения	Заболевания человека
<b>Тяжелые металлы:</b> свинец, ртуть, кадмий, цинк, никель, хром	Атеросклероз, полиневрит, гипертония, поражение органов кроветворения, потеря остроты зрения
<b>Радиоактивные вещества:</b> Уран, плутоний, торий, стронций, цезий	Онкологические заболевания, генетические изменения, ослабление иммунитета, ломкость и плохое сращивание костей
<b>Неорганические соединения:</b> Азот, фосфор	Ослабляют иммунную систему
<b>Канализационные стоки:</b> Разные токсичные соединения, болезнетворные микробы	Гастрознтерит, гепатит, миокардит, менингит, полиомиелит, скрытые формы кишечных расстройств
Хлорорганика, неорганические отравляющие соединения	Нефриты, гепатиты, мертворождение детей, токсикозы беременности и врожденные аномалии плода, мутагенные эффекты, образование диоксина, ослабление иммунной системы, поражение детородных функций мужчин и женщин, онкологические заболевания внутренних органов
<b>Удобрения:</b> Нитраты	Снижение способности крови поглощать кислород, а также уровня гемоглобина в крови, особенно у детей.

#### Как наш организм использует воду.

**Печень** – самый большой внутренний орган. Ее основная функция - регуляция обмена веществ и очищение организма от вредных веществ. Печень нейтрализует вредные вещества, которые мы получаем с пищей и водой, а также во время дыхания и при воздействии неблагоприятных факторов внешней среды. Она контролирует уровень жиров и глюкозы в крови, борется с инфекциями, обрабатывает и хранит все необходимые витамины, железо и помогает восстанавливать поврежденные ткани. Печень выполняет множество функций, чтобы очистить наш организм. Она помогает уменьшить возможный вред оттого, что попадает в организм, но не

может быть использовано, что опасно и действует разрушительно, нейтрализуя это вещество и изгоняя его из организма. Вещества, которые изгоняются из организма, становятся водорастворимыми и проводятся в кишечник для окончательного вывода.

Существует множество продуктов, от которых мы должны немедленно избавляться, и печень берет это на себя. Эти продукты – алкоголь, различные пищевые добавки, кофеин, сигаретный дым, газированные напитки, выхлопные газы, прописанные и не прописанные лекарства и многое другое. Печень невероятно умело справляется со своей задачей, но в конце концов, начинает испытывать перегрузки. Процесс переработки вредных веществ начинает занимать больше времени, в организме могут начаться изменения, которые способны развиться в серьезные болезни. В этих случаях печень нуждается в очищении, чему в немалой степени способствует качественная питьевая вода.

**Почки** – еще одна наша очистительная система. Они заботятся обо всех видах жидкости внутри тела, очищают кровь и поддерживают баланс жидкости, используя натрий и калий. Они также выполняют важную функцию регулирования кислотно-щелочного баланса. Очищая кровь, почки выводят отработанные вещества из организма с помощью воды через мочевую систему.

**Лимфа.** С помощью лимфы тело распределяет воду. Все, что мы потребляем, обрабатывается соответствующим органом, но лимфа стоит на страже всего организма, обнаруживая инфекции, вредные вещества и следя за тем, чтобы они были выведены из организма и не попали в систему кровообращения. Лимфа всасывает мертвые клетки, избыток жидкости или другие лишние продукты и доставляет их в лимфатические узлы. Там они фильтруются и обычно направляются в те органы – в кожу, печень или почки, – которые выводят их из организма. Огромная роль воды в указанных процессах очевидна.

**Кожа.** Она покрывает все наше тело. Вредные для организма вещества прежде всего выводятся через кожу, и мы избавляемся от лишней воды, от солей, мочевой кислоты, аммиака и мочевины. Вредные вещества выводятся, а полезные остаются. Кожа регулирует температуру тела с помощью потоотделения. Если нам жарко кожа выделяет пот, чтобы снизить температуру. Если нам холодно, кровеносные сосуды расширяются и сокращают подачу крови к поверхности кожи, перенаправляя ее к внутренним органам. Это предотвращает потерю тепла. При обезвоживании организма мы часто испытываем озноб, поскольку тело не может в полной мере выполнять свои функции, а если нам жарко, то обезвоженный организм не способен охладиться.

**Легкие.** Легкие фильтруют воздух, который мы вдыхаем, и поэтому нам удается выживать в городах, воздух которых наполнен выхлопными газами и другими вредными веществами. Легкие обезвреживают эти вещества и помогают организму переработать их и удалить. Внутри наших легких находится множество альвеол, похожих на мешочки для пылесосов. Они наполняются воздухом при вдохе и заменяют кислород углекислым газом. Мы вдыхаем кислород, а легкие выделяют углекислый газ и воду.

**Кишечник.** Печени и лимфе необходимо выводить из организма вредные вещества. Через кожу выводятся токсины, через легкие – газы; почки выводят жидкости через мочевой пузырь. Остальные, более плотные вещества проходят сквозь кишечник. Забирая вредные вещества из органов, ответственных за очистку, кишечник также выводит вещества, оставшиеся в процессе пищеварения. Пища, которую мы едим, проходит через желудок и кишечник, полезные вещества абсорбируются в кровеносной системе, а вредные выводятся из организма. Наиболее легко перевариваются продукты, имеющие в своем составе 50% воды и более.

Вода в нашем организме очищает и лечит его, если поддерживать в нем ее достаточное количество (на уровне 75%). Обезвоживание опасно для здоровья. Вспомните текущую реку, она сияет и блещет, очищая все на своем пути. Она избавляется от всего, что в нее попало,

выбрасывая на берег. Если наши тела не испытывают недостатка в воде, мы подобны текущей реке, мы прогоняем прочь любые болезни, инфекции и неприятные ощущения.

## 10. Водопроводные очистные сооружения

Питьевая вода до ее поступления потребителям проходит многокилометровый путь в системе водоснабжения и прежде всего подвергается очистке. Необходимость очистки воды источника определяется исходными показателями ее качества и их отклонениями от требований государственного стандарта к питьевой воде. Вода подземных источников ввиду ее высокого качества чаще всего подвергается только обеззараживанию, кроме тех случаев, когда из-за высокой минерализации ее необходимо умягчать или частично обессоливать.

Чаще всего в качестве источника водоснабжения используются открытые водоемы - реки и озера - поэтому эту воду подвергают сложной и продолжительной обработке на водоочистных сооружениях. Технология очистки и состав сооружений фильтровальных станций зависит от видов загрязнений в воде источника. Основными задачами очистки воды являются ее осветление, обесцвечивание, устранение привкусов, запахов и обеззараживание.

При подготовке воды для питьевых нужд применяют следующие основные процессы: коагуляцию, смешивание, отстаивание, фильтрацию, обеззараживание. Коагуляция и смешивание являются вспомогательными процессами, при которых никакой очистки не происходит. Наоборот, в воду добавляют необходимые реагенты, обеспечивающие в дальнейшем процессы очистки воды от примесей. Коагуляция применяется для удаления коллоидных и тонкодисперсных взвешенных веществ.

Тонкодисперсные коллоидные (гумус) и взвешенные (глинистые) примеси воды являются загрязнениями, трудно удаляемыми из воды, так как обладают устойчивостью из-за наличия у них заряда, который препятствует сближению частиц и их слипанию. Из воды же можно удалить только крупные агрегаты примесей. Введение коагулянтов приводит к укрупнению (коагуляции) тонкодисперсных частиц. В качестве коагулянтов чаще всего применяют сернокислый алюминий и хлорное железо. При столкновении частиц сначала образуются мелкие хлопья, которые постепенно укрупняются и в течение 5...30 минут достигают размеров 1...5 мм. Крупные хлопья интенсивно, лавинообразно выпадают в осадок, захватывая по пути имеющиеся в воде взвешенные частицы, включая микроорганизмы. Для улучшения процесса хлопьеобразования - образования более крупных и прочных хлопьев — в дополнение к коагулянтам вводят флокулянты (активированную кремнекислоту или синтетические полимеры полиэлектролиты).

Процессы осветления воды протекают в отстойниках различных конструкций. Отстойники используют в своей работе процесс осаждения (седиментации) крупных взвешенных частиц в поле сил тяжести. В практике водоочистки принято отстаивание в движущейся воде (отстойники проточного типа). Это объясняется удобствами в эксплуатации и режимом работы водоочистных (фильтровальных) станций. Для обеспечения устойчивого технологического процесса водоподготовки оптимальным является равномерная и непрерывная работа сооружений очистного комплекса. Наиболее широкое применение получили горизонтальные отстойники, однако в отдельных случаях используют также вертикальные, радиальные и тонкослойные отстойники.

Горизонтальные отстойники - это железобетонные, прямоугольные в плане резервуары, оборудованные устройствами для подвода и отвода воды, выпуска осадка. Вода с хлопьями из камеры реакции движется в горизонтальном направлении вдоль коридора, при этом из нее на дно выпадают взвешенные примеси. Осадок из зоны накопления периодически удаляется. Для успешной работы отстойников и полного использования их объема воду равномерно распределяют по сечению сооружения, обеспечивая также и равномерный ее отбор в конце отстойника.

Удаление осадка из отстойников производят с опорожнением и без опорожнения сооружения. Вместо горизонтальных отстойников могут быть использованы осветлители со взвешенным осадком, при этом камеры хлопьеобразования в схеме очистки не применяются.

Окончательное осветление воды осуществляется в фильтрах различных конструкций. Широкое применение получили скорые фильтры. Скорый безнапорный фильтр представляет собой прямоугольный железобетонный резервуар, который загружен кварцевым песком. Осветляемая вода по трубопроводу подается на фильтр, проходит через фильтрующую загрузку, в которой задерживаются взвешенные частицы, и собирается дренажной системой. Дренаж выполняется из перфорированных труб с отверстиями книзу. Из дренажа по трубопроводу осветленная вода отводится в резервуар чистой воды. В зависимости от количества воды, поступающей на фильтр, и содержания в ней взвешенных веществ периодически осуществляют промывку фильтра (через 12–72 часов работы). Промывка скорых фильтров производится обратным током воды. Промывная вода по трубе подается в дренаж, который равномерно распределяет воду по площади фильтра. При движении воды снизу вверх через загрузку фильтрующий слой расширяется, увеличиваясь в объеме, и перемешивается, в результате чего происходит отмывка зерен загрузки от загрязнений.

Окончательная операция водоподготовки, обеззараживание воды, может быть осуществлено путем хлорирования, озонирования, бактерицидного облучения и др. Метод обеззараживания выбирают с учетом расхода и качества воды, эффективности ее очистки и условий поставки и хранения необходимых реагентов. Хлорсодержащие реагенты вводят в трубопровод фильтрованной воды перед резервуарами чистой воды. При введении хлора в обрабатываемую воду должны быть обеспечены хорошее смешивание с ней и достаточная продолжительность его контакта с водой - не менее 30 минут - до ее подачи потребителю. Для дозирования хлора применяются специальные устройства - хлораторы различных конструкций.

Для обработки воды с целью хозяйственно-питьевого потребления помимо коагулянтов и флокулянтов применяют и другие реагенты: известь, активированный уголь, перманганат калия, хлор, аммиак и др.

**Известь** применяется для подщелачивания при коагулировании, а также стабилизации воды и корректировки реакции водной среды.

**Активированный уголь** применяется для устранения привкусов и запахов, удаления из воды пестицидов, детергентов, радионуклидов, фенолов, других молекулярных примесей.

**Перманганат калия** (в быту «марганцовка») применяют для устранения запахов и привкусов, окисления трудноокисляемых органических примесей, обеззараживания воды.

**Хлор** применяется для окисления защитных коллоидов (первичное хлорирование) при коагулировании, а также для поддержания должного санитарного состояния водопроводных очистных сооружений. При вторичном хлорировании применяется для обеззараживания воды.

**Аммиак** применяется для борьбы с хлорфенольным запахом воды. В воду, содержащую фенолы, перед хлорированием вводят аммиак (аммонификация).

Кроме перечисленных наиболее часто используемых реагентов для обработки воды применяют при необходимости серную кислоту (для подкисления), фторсодержащие реагенты (для фторирования), ингибиторы (для подавления коррозии) и др.

## 11. Контроль качества воды

Любая продукция, выпускаемая предприятиями, должна отвечать определенным требованиям к ее качеству. Особенно высокие требования предъявляются к питьевой воде, поскольку ее качество влияет на здоровье человека. Контроль качества воды очень тщательно осуществляется специализированными лабораториями предприятий водопроводно-канализационного хозяйства и органами санитарно-эпидемиологического надзора (СЭС). Эта работа выполня-

ется на всем пути следования воды - от источника водоснабжения до станции очистки и непосредственно в распределительной системе путем отбора и исследования проб воды. Такой контроль гарантирует качество продукции и ее безопасность для человека.

Качественные показатели питьевой воды должны отвечать требованиям государственного стандарта - ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая». В соответствии с ним качественная вода должна:

- быть безопасной в эпидемиологическом отношении (содержать такое количество бактерий и вирусов, которое не угрожает здоровью человека);
- быть безвредной по химическому составу;
- иметь приятные органолептические качества (вкус, запах, цветность и мутность).

В составе лабораторий имеются подразделения и специалисты по проведению бактериологических, химических, радиологических и гидробиологических исследований качества воды.

Целью бактериологических исследований является определение общего числа микроорганизмов и числа бактерий группы кишечных палочек. С помощью этих показателей оценивают степень заражения воды. Согласно ГОСТ 2874-82 в одном миллилитре воды количество микроорганизмов не должно превышать 100, а в 1000 мл - не более 3 кишечных палочек. Бактерии этой группы находятся в желудочно-кишечном тракте человека и животных. Причинами отклонения качества воды от нормы по указанным показателям могут быть ее неудовлетворительное качество в источнике, негерметичность распределительной системы (порывы; свищи и трещины в трубах и арматуре) или недостаточная эффективность работы очистных сооружений.

Химические исследования проводят с целью определения органолептических показателей воды согласно химическому составу содержащихся в ней химических элементов. При 20°C определяют запах, вкус и привкус, цветность воды. Эти оценки являются субъективными, поскольку зависят от индивидуальных качеств исследователя. Привкусы и запахи воды обусловлены содержащимися в ней растворенными газами и органическими веществами, а также наличием микроорганизмов. Определяются они по специальной пятибалльной шкале и не должны превышать двух баллов.

Цветность воды зависит, в основном, от наличия в ней гумусовых веществ и определяется по специальной шкале путем сравнения пробы исследуемой воды с эталонными пробами.

Минеральный состав воды определяет ее жесткость, последняя бывает разной, в зависимости от источника водоснабжения. Наиболее минерализованной является вода подземных источников, это связано с тем, что вода проходит через толщу горных пород и растворяет их. Для питьевой воды общая жесткость воды не должна превышать 7 моль/м<sup>3</sup>.

Наличие растворенных газов - кислорода, углекислого газа, сероводорода - также регламентируется, так как первые два вызывают интенсивную коррозию металлических труб и стенок резервуаров, а сероводород еще и значительно ухудшает вкусовые качества воды.

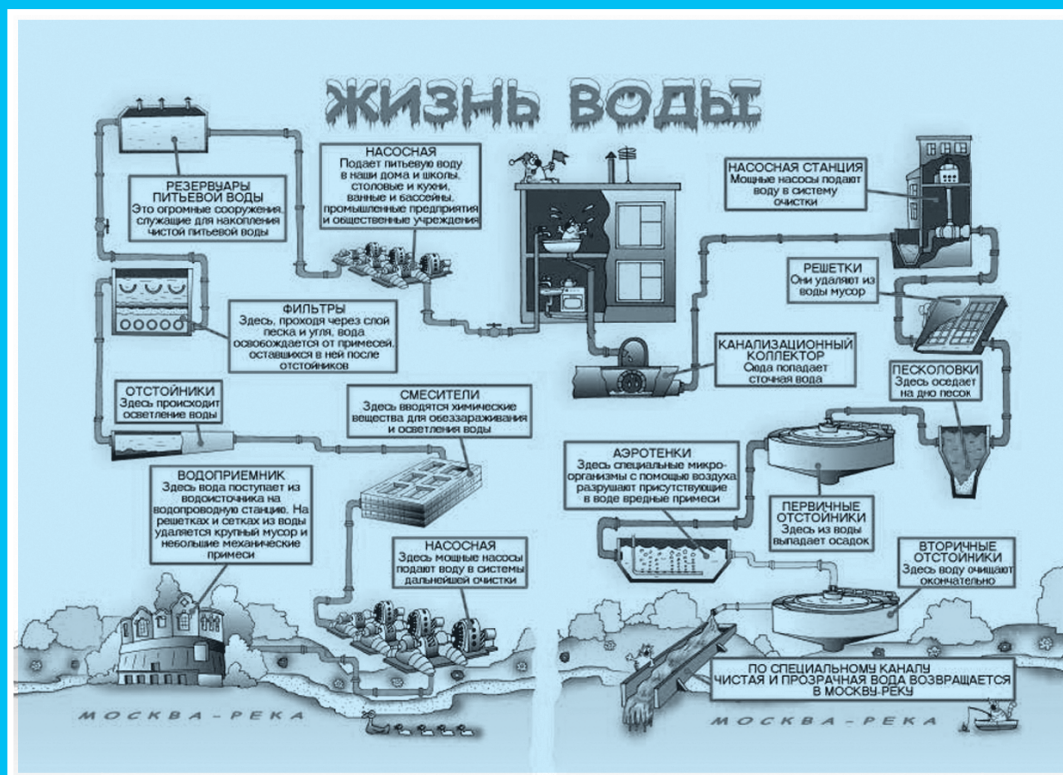
Радиологические исследования сводятся к определению бета-активности радиоактивных веществ.

Гидробиологические исследования контролируют наличие в воде микроорганизмов и веществ, от которых зависят органолептические качества воды.

Отбор проб осуществляется по четкому графику - в 8.00 и 13.00 часов - на разных этапах очистки и из резервуара чистой воды. Контроль содержания избыточного хлора ведется ежедневно в течение суток.

В каждой лаборатории обязательно ведется «Журнал результатов анализов питьевой воды».

Периодически контроль качества проводят санитарно-эпидемиологические станции района, города и области.





Учредитель и организатор Российского национального конкурса водных проектов старшекласников - автономная некоммерческая организация «Институт консалтинга экологических проектов».

Проводится с 2003 года.

Конкурс входит в федеральный "Перечень олимпиад и конкурсных мероприятий, по результатам которых присуждаются премии для поддержки талантливой молодежи" Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках приоритетного национального проекта "Образование".



Институт консалтинга экологических проектов - автономная некоммерческая организация, реализующая природоохранные проекты и программы в целях расширения межсекторального, межрегионального и международного сотрудничества для достижения устойчивого развития.

Контакты:

[www.eco-project.org](http://www.eco-project.org)

E-mail: [water-prize@mail.ru](mailto:water-prize@mail.ru), [eco.epci@gmail.com](mailto:eco.epci@gmail.com)

Тел./факс: (499) 245-68-33

Телефоны: (495) 589-65-22

(903) 144-30-19