

Водные ресурсы

Мировые запасы воды

| Вид природных вод | Объем, км ³ | Доля, % | |
|--|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | От общих мировых запасов воды | От мировых запасов пресных вод |
| Мировой океан | 1 338 000 000 | 96,5 | - |
| Подземные воды | 23 400 000 | 1,7 | - |
| Преимущественно пресные подземные воды | 10 530 000 | 0,76 | 30,1 |
| Почвенная влага | 165 000 | 0,001 | 0,05 |
| Ледники и постоянный снежный покров | 24 064 100 | 1,74 | 68,7 |
| Воды в пресных озерах | 91 000 | 0,007 | 0,26 |
| Воды в соленых озерах | 85 400 | 0,006 | - |
| Воды в руслах рек | 2 120 | 0,0002 | 0,006 |
| Биологическая вода | 1 120 | 0,0001 | 0,003 |
| Вода в атмосфере | 12 900 | 0,001 | 0,04 |
| Общие запасы воды | 1 385 984 610 | 100 | - |
| Запасы пресной воды | 35 029 210 | 2,53 | 100 |

Вода - единственное химическое вещество, которое находится в природе в 3-х агрегатных состояниях.

Свойства воды, играющие важную роль в поддержании жизни на Земле:

- **аномальный вид температурной зависимости плотности** (при 4°C плотность воды - 1 г/см^3 ; плотность льда - $0,92 \text{ г/см}^3$, т.е. лед плавает на поверхности) способствует сохранению жизни в водоемах зимой (теплопроводность льда очень маленькая) и вызывает эрозию. Вода проникает в микроскопические трещины, замерзает и увеличивает трещины;

- **высокая теплоемкость воды** (выше, чем у всех твердых и жидких веществ- за исключением аммиака и водорода). Океаны сглаживают колебания и перепад температуры воды от экватора до полюсов. (разница до 30 градусов);
- **высокая теплота плавления воды**, т.е. льда. Весна и осень на Земле - фазовый переход воды.
Сравнительно легко нагреваясь или охлаждаясь, вода, снег, лед для перехода в другое фазовое состояние требует значительных расходов энергии. Поэтому переходы растянуты во времени;
- **высокая теплота испарения**. Наибольшее значение теплоты испарения приводит к тому, что большая часть солнечной энергии, достигающей Земли, расходуется на испарение воды, препятствуя перегреву ее поверхности. При конденсации паров воды в атмосфере происходит выделение этой энергии, которая может переходить в кинетическую энергию воздушных масс, вызывая ураганные ветры.

- **поверхностное натяжение.** Максимальное, за исключением ртути, поверхностное натяжение воды приводит к появлению ряби и волн на водной поверхности уже при слабом ветре. В результате этого резко возрастает площадь водной поверхности, и интенсифицируются процессы теплопередачи между атмосферой и гидросферой;
- **диэлектрическая постоянная.** Диэлектрическая постоянная имеет аномально высокое значение. Это определяет самую большую растворяющую способность воды по отношению к веществам с полярной и ионной структурой. Поэтому в природе нет химически чистой воды, мы всегда имеем дело с ее растворами.

Вода является одним из важнейших природных ресурсов, во многом определяющих технический и социальный прогресс тех или иных регионов и стран.

Количество потребляемой пресной воды в сотни раз превосходит масштабы потребления всех остальных видов природных ресурсов вместе взятых.

Именно круговорот воды составляет основу техногенного круговорота веществ и связанного с ним превращения энергии в эколого-экономических системах.

Наша планета богата водными ресурсами, однако на долю пресной воды приходится около 2%, а на долю пригодной (и удобной) для использования - всего 0,01%.

В Антарктиде содержится в три раза больше воды, чем во всех реках мира, а в Байкале находится 10% всей пресной воды мира, причём высшего качества.

Основой водных ресурсов России является речной сток.

В среднем по водности годы он составляет 4262 км^3 , из которых около 90% приходится на бассейны рек, впадающих в Северный Ледовитый и Тихий океаны.

Более 80% населения России и её основной промышленный и сельскохозяйственный потенциал сосредоточены в бассейнах рек, впадающих в Каспийское и Азовское моря.

Пять наиболее крупных рек России:

Енисей (630 км^3), Лена (532), Обь (404), Амур (344) и Волга (254 км^3).

Они обеспечивают 46% всего стока пресных вод с территории нашей страны.

Физиологическая потребность человека в воде – 2-3 л. в сутки.

Социальная норма потребления воды в Москве – 135 л. в день.

Удельный расход воды в жилых домах в Москве в 2005 году составил 357 л/сут. (при нормативе – 135 л.).

Средний уровень потребления воды в Европе составляет, в л/сут.:

Германия – 130,

Дания – 134,

Нидерланды – 158,

Англия – 170,

Франция – 175,

Италия – 230,

Россия – 350.

Распределение объемов потребляемой воды (в %) по отраслям:

| | |
|--------------------------------|------|
| деревообработка | 19,4 |
| химическая промышленность | 18,3 |
| электроэнергетика | 14,4 |
| черная металлургия | 9,5 |
| угольная промышленность | 8,8 |
| машиностроение | 8,6 |
| цветная металлургия | 6,5 |
| нефтепереработка | 3,1 |
| оборонная промышленность | 2,3 |
| лёгкая промышленность | 2,0 |
| пищевая промышленность | 1,7 |
| промышленность стройматериалов | 1,7 |
| нефтедобыча | 0,3 |
| газовая промышленность | 0,08 |

Основные реки: Волга, Дон, Кубань, Обь, Енисей, Лена, Печора, оцениваются как «загрязнённые», их крупные притоки: Ока, Кама, Томь, Иртыш, Тобол, Миасс, Висеть, Тура, как «сильнозагрязнённые».

Вода в Москва-реке относится к категории «грязных» и «чрезвычайно грязных».

Основные загрязняющие вещества: соединения меди, железа, нитратный азот, нефтепродукты. Ниже сбросов Курьяновской и Люберецкой станций аэрации в речной воде обнаруживались аммонийный азот и формальдегид

Проблема дефицита пресной воды в мире

От «водного стресса» в мире страдают более 700 млн человек в 43 странах

Общий объем воды на Земле — На одного человека —
13,5 млн км³ **250 270** млн. м³

Основной ресурс воды для жизнедеятельности — **речной сток**

В самых маловодных странах на душу населения

< 5 000 м³ воды



США

Население: 304 265 699 чел.

Проблема: потребляется 400 л в день, вместо 50 л (минимальная потребность на человека).

Перспектива: если к 2020 году не будет найден новый источник пресной воды, Лос-Анджелес станет прибрежной пустыней, воды в которой хватит только на 1 млн чел.

Региональная нехватка воды

в странах Центральной Азии, Среднего Востока и Северной Африки, а также в Индии, Пакистане и США

Получают воду из-за границы

Азербайджан, Латвия, Словакия, Узбекистан, Украина, Хорватия, Израиль, Молдова, Румыния и Туркменистан

Потребляют только загрязненную воду

Судан, Иран, Венесуэла, Сирия, Зимбабве, Тунис, Куба

Китай

Население: 1 322 178 190 чел.

Проблема: нехватка воды 37 млрд тонн ежегодно в 300 городах.

Перспектива: нехватка зерна, для выращивания которого требуется пресная вода

Иран

Население: 70 млн чел.

Проблема: уровень грунтовых вод падает на 2,8 м в год. В последний раз — на 8 м.

Перспектива: будут заброшены деревни на востоке страны, будет нарастать поток беженцев

Мексика

Население: 104 млн чел.

Проблема: уровень грунтовых вод падает на 1,8-3,3 м в год.

Перспектива: во многих штатах потребности в воде опередят имеющиеся запасы

Египет, Эфиопия, Судан

Население: 167 млн чел. (совокупное).

Проблема: усыхание Нила — основного источника воды.

Перспектива: к 2025 году, все они должны будут столкнуться с серьезной нехваткой зерновых культур

Йемен

Население: 19 млн чел.

Проблема: уровень грунтовых вод падает на 2 м в год.

Перспектива: водоносный горизонт может истощиться к 2010 году

РИА НОВОСТИ



**Человек увеличивает поверхностный
сток и уменьшают инфильтрацию
за счет:**

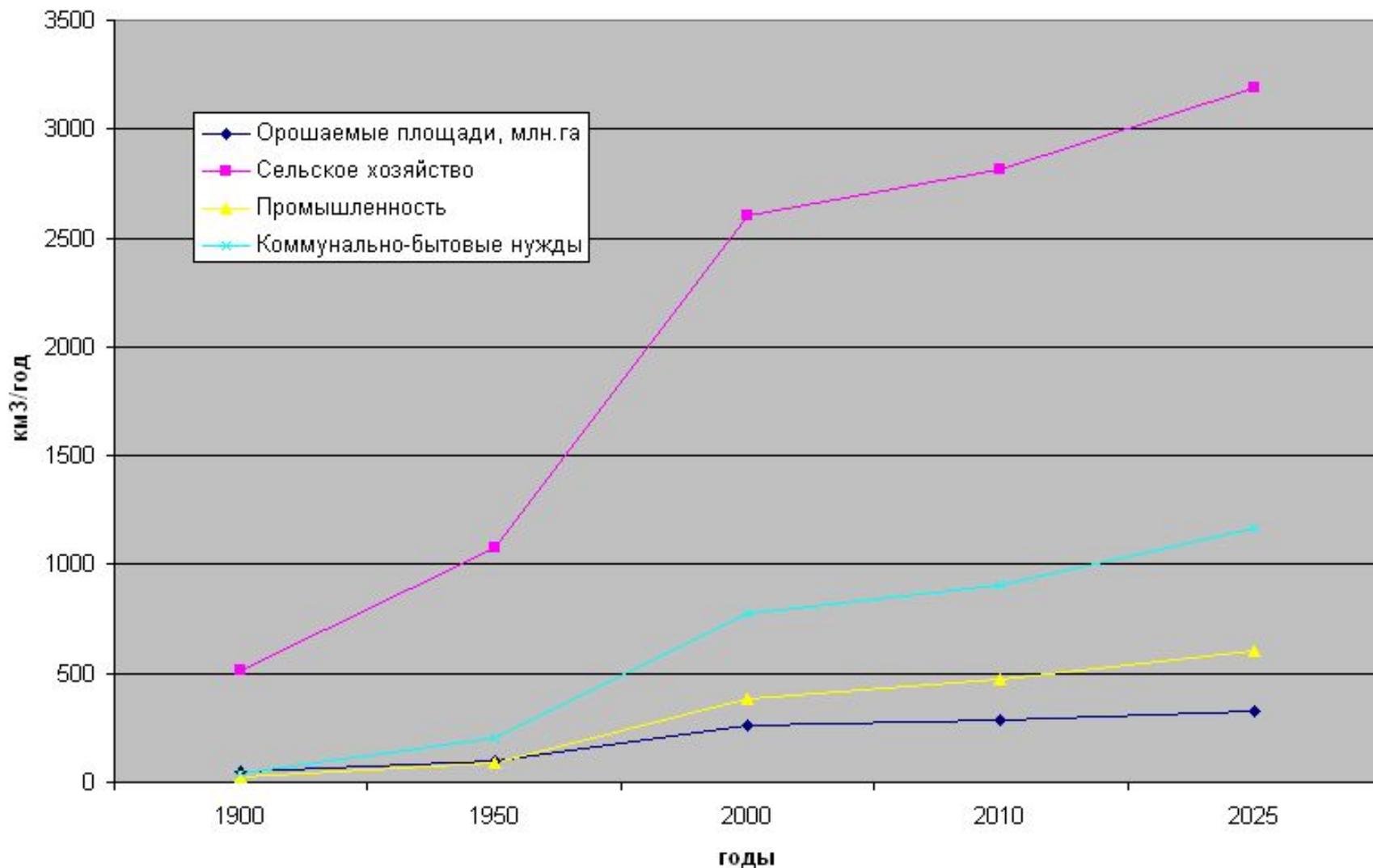
–развития городов,

–развития с/х,

–сведения лесов,

–опустынивания.

Динамика использования воды в мире по секторам экономики



Классификация природных вод по значению минерализации

| Минерализация, г/л | Наименование вод |
|--------------------|--|
| Менее 0,2 | Ультрапресные |
| 0,2 - 0,5 | Пресные |
| 0,5 - 1,0 | С относительно повышенной минерализацией |
| 1 - 3 | Солоноватые |
| 3 -10 | Соленые |
| 10 -35 | С повышенной соленостью |
| 35 - 50 | Переходные к рассолам |
| 50 - 400 | Рассолы |



Для питья человеком используется вода с солесодержанием до 1 г/л, иногда до 3 г/л, выше – опасно.

Некоторые животные переносят более соленую воду – до 10 г/л, например, овцы и верблюды.

Ультрапресную воду пить тоже нельзя – происходит вымывание солей кальция из организма.

Проблемы водозабора:

- дефицит воды,
- избыток воды,
- антропогенное загрязнение воды,
- загрязнение питьевой воды,
- засоление и заболачивание почвы.

Дефицит воды

Некоторые специалисты считают, что проблема обеспечения населения достаточным количеством пресной воды одна из наиболее долгосрочных проблем человечества.

Причины:

- снижение среднегодовой суммы осадков,
- высокая температура воздуха,
- быстрый рост населения и нерациональное использование земель.

Расход пресной воды в мире:

Азия – 60%,
Северная Америка – 15%,
Европа – 13%,
Южная Америка, Африка - 12%.

Почти 150 из 214 крупнейших рек мира используются одновременно, по меньшей мере, 2 государствами, а 12 из них - пятью и больше. В этих странах живет 40% населения Земли.

Аральское море



July – September, 1989



August 12, 2003



August 16, 2009

Озеро Чад



Избыток воды

Возникает при достаточной среднегодовой сумме атмосферных осадков, но большую часть получают в одно время года. Сток стремителен, плохо задерживается, приводит к наводнениям.

Индия - 90% осадков выпадает с июня по сентябрь.

Наводнения--стихийное природное бедствие, но его увеличивает и хозяйственная деятельность человека:

- распашка земель,
- вырубка леса,
- перевыпас скота,
- добыча полезных ископаемых,
- урбанизация.

Антропогенное загрязнение воды

Для природных вод характерны следующие катионы: Ca^{2+} , Mg^{2+} , и анионы: CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Br^- (для морской воды). Ни тяжелых металлов, ни органических высокомолекулярных соединений нет.

В результате антропогенной деятельности в водоемы поступают ионы тяжелых металлов. Источники: гальванические и металлургические производства, химические средства защиты растений (пестициды, гербициды и др.).

Болезнь Минамата

заболевание человека и животных, вызываемое ртутьорганическими соединениями в результате употребления в пищу рыбы или др. продуктов моря, загрязненных ртутью.

Проявляется в основном в виде нервно-паралитических расстройств (головные боли, паралич, мышечная слабость, потеря зрения, иногда кома). Впервые описана в Японии у рыбаков в зоне бухты Минамата.

В 1956 году в Японии произошел сброс соединений ртути в реку Минимата со сточными водами от завода по производству поливинилхлорида, где ртуть использовалась в качестве катализатора. Воды реки Минимата принесли соединения ртути в море. В море соединения ртути поглощались водорослями, инфузориями и мелкими ракообразными, которыми питалась рыба.

Эвтрофикация водоемов

Повышение биологической продуктивности водных экосистем в результате накопления в воде биогенных элементов естественного или антропогенного происхождения.

Обогащение водоема биогенными элементами (N, P и др.), поступающими со сточными водами, а также с поверхностным стоком с удобряемых полей, приводит к “цветению” воды и к резкому ухудшению ее качества.

Питьевая вода

Параметры качества:

- соленость,
- цветность,
- запах,
- colі–титр.

Интегральная характеристика загрязненности:

1. Химическая потребность в кислороде (ХПК),
2. Биологическая потребность в кислороде (БПК_n).

Соленость или общая минерализация

Общая минерализация представляет собой суммарный количественный показатель содержания растворенных в воде веществ, которые находятся именно в виде солей.

К числу наиболее распространенных относятся неорганические соли :

- бикарбонаты,
- хлориды ,
- сульфаты кальция, магния, калия и натрия,
- небольшое количество органических веществ, растворимых в воде.

Классификация по солесодержанию

- < 0,2 г/л – ультрапресная,
- 0,2-0,5 – пресная,
- 0,5-1 - с относительно повышенной минерализацией,
- 1-3 - солоноватая,
- 3-10 – соленая,
- 10-35 - с повышенной соленостью,
- 35-50 - переходная к рассолам,
- 50-400 – рассолы,
- >400 - в природе не существует.

Coli-титр

Кишечная палочка – один из простейших живых организмов, находится в кишечнике любого человека.

Количество кишечных палочек в 1 мл воды – показатель бактериальной загрязненности. В норме их количество не должно превышать 4 шт/л.

Coli-титр

| Содержание кишечной палочки на 100 мл воды | Потенциальная возможность к использованию |
|--|---|
| Менее 1 до 4 | Безопасно для жизни |
| Более 4 | Требует принятия мер |
| Менее 2300 | Можно купаться |
| 10000 и более | Только на лодке |

Интегральная характеристика загрязненности

Химическая потребность в кислороде - это количество кислорода, необходимое для окисления примесей в 1 литре сточной воды, когда окисление происходит химическим путем.

Для определения ХПК проводят окисление примесей перманганатом калия (KMnO_4) при нагревании, затем количество перманганата, израсходованного на окисление, пересчитывают на количество кислорода.

В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов у пунктов питьевого водопользования величина ХПК не должна превышать $15 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (БПК_n -- $3 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$)

Интегральная характеристика загрязненности

Биологическая потребность в кислороде (БПК_n)- это количество кислорода, необходимое для окисления примесей в 1 литре сточной воды, когда окисление происходит биологическим путем, за счет деятельности микроорганизмов.

Влияние плотин и водохранилищ:



- улучшение водообеспеченности населения в засушливое время года,
- снижение риска наводнений,
- регулируется запас воды для орошения,
- гидроэлектростанции,
- место отдыха.

Влияние плотин и водохранилищ:

« — »

- дорого,
- затопление земель (уменьшение плодород с/з), деревни, города, ушедшие под воду,
- переселение людей,
- подъем грунтовых вод ведет к заболачиванию земель,
- увеличение вероятности землетресений,
- препятствие миграции рыб, уничтожение нерестилищ,
- задержка ила.

Возможности сохранения и вторичного использования воды

Сельское хозяйство (большое испарение).

Совершенствование систем:

- дождевальные системы (в 5-6 раз меньше воды);
- капельное орошение (Израиль). С 1950г. Израиль уменьшил потери воды при орошении на 84% увеличив площадь орошаемых земель на 44%;
- выращивание новых гибридных сортов, требующих меньше влаги;
- гидроизоляция дна и стенок каналов;
- удобрения с отдачей влаги.

Возможности сохранения и вторичного использования воды

Промышленность:

- внедрение новых технологий, требующих меньше воды;
- введение замкнутой системы водопользования.

Водоснабжение города Москвы

Источники водоснабжения:

- Москва-река и Волга ,
- 13 водохранилищ,
- 4 гидротехнических узла ,
- 4 станции водоподготовки: Рублевская, Восточная, Северная, Западная суммарной мощностью 6,7 млн. куб. м воды в сутки,
- 18 насосных станций и регулирующих узлов,
- более 10 тыс. км сетей .

Водоснабжение города

Качество питьевой воды контролируется по 180 показателям и соответствует российским нормативам.

Количество обслуживаемого населения 12-13 млн. жителей Москвы и Московской области.

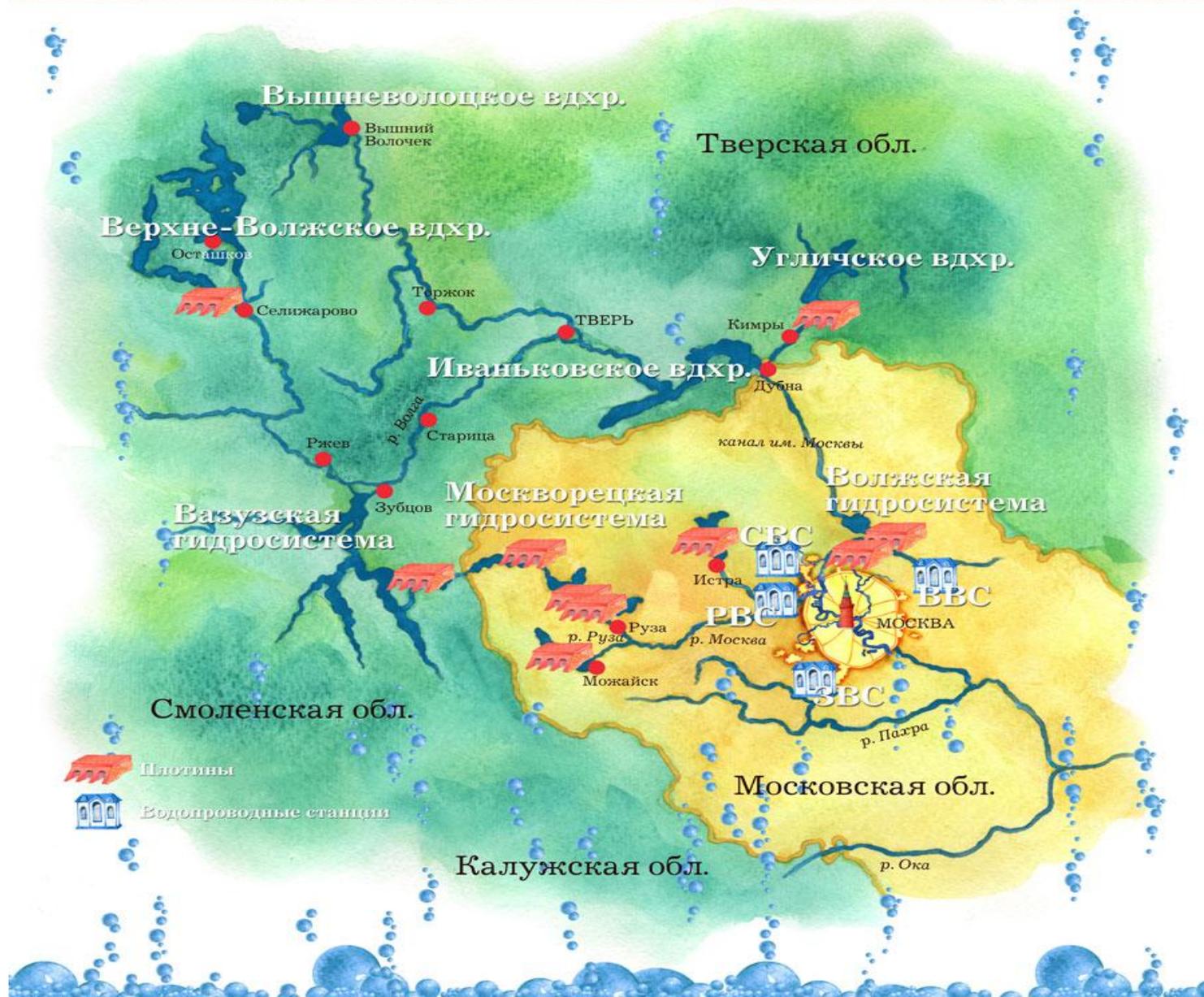
Москва

использует три независимых источника водоснабжения:

- Волжский (71%) ,
- Москворецкий (26%),
- подземные воды (3%) .

Практически полностью снабжается водой из поверхностных источников, расположенных на территории Московской, Смоленской и Тверской областей.

Источники водоснабжения Москвы



За сутки используется в Москве 6,2 млн. м³ , в т.ч.:

- 1,3 млн. м³ - промышленность,
- 60 тыс. м³ – утечки.

Потребление воды по странам и городам (л/день на человека):

- Германия 125,
- США 400,
- Москва 400,
- Санкт-Петербург 300,
- Лондон 170,
- Париж 160,
- Брюссель 85.

Основные методы переработки (очистки) сточных вод

Классификация методов:

- ✓ методы, основанные на выделении примесей без изменения последних, например отстаивание или фильтрация - физические или механические методы;
- ✓ методы, основанные на превращении примесей в другие формы или состояния, физико-химические:
 - коагуляция;
 - флотация;
 - кристаллизация;
 - образование малорастворимых соединений;
 - окисление или восстановление;
 - мембранные процессы;
 - ионный обмен;
 - экстракция и т.д.
- ✓ биохимические методы (аэробные и анаэробные).

Очистка от органических веществ

Аэробный процесс

Для жизнедеятельности живых организмов необходимо поддерживать соответствующие условия:

- температура процесса 20-30 °С;
- рН среды 6,5-7,5;
- соотношение биогенных элементов $BPK_{II} : N : P$ не более 100:5:1;
- кислородный режим - не ниже 2 мгО₂/л;
- содержание токсичных веществ не выше:
 - ✓ тетраэтилсвинца - 0,001 мг/л,
 - ✓ соединений бериллия, титана, шестивалентного хрома и оксида углерода - 0,01 мг/л,
 - ✓ соединений висмута, ванадия, кадмия и никеля - 0,1 мг/л,
 - ✓ сульфата меди - 0,2 мг/л,
 - ✓ цианистого калия - 2 мг/л и т.д.

Анаэробный процесс

В этом случае происходит биологическое окисление органических веществ в отсутствие свободного кислорода за счёт химически связанного в таких соединениях, как SO_4^{2-} , SO_3^{2-} и CO_3^{2-} .

Основные технологические параметры процесса:

- температура в мезофильных условиях 25-37 °С, термофильных - 50-60 °С;
- рН от 6,7 до 7,4 (повышение рН вызывает снижение скорости процесса брожения, а при рН выше 8 оно прекращается);
- концентрация органических веществ (по БПК) обычно выше 5000 мгО₂/л, однако при высокой концентрации микроорганизмов (1-3%) анаэробный процесс протекает и при более низком содержании органических веществ - вплоть до 1000 мгО₂/л;
- микробы чувствительны к наличию некоторых соединений, особенно пероксидов и хлор- и серосодержащих производных, поэтому в ряде случаев их приходится предварительно удалять.

Очистка от неорганических веществ

Методы очистки:

1. **Дистилляция.**

2. **Мембранные (электродиализ и обратный осмос).**

✓ Электродиализ основан на направленном переносе ионов диссоциированных солей в поле постоянного тока через селективные мембраны из естественных или синтетических материалов

✓ Обратный осмос. Процесс разделения водных растворов путем их фильтрации через полупроницаемые мембраны под действием давления, много выше осмотического.

3. **Ионный обмен.** Ионный обмен до сих пор остается основным методом приготовления глубокообессоленной воды для АЭС и ТЭС с паровыми котлами высокого, сверхвысокого и критического давления, а также для получения ультрачистой и обессоленной воды для химической, электронной и некоторые других отраслей промышленности.