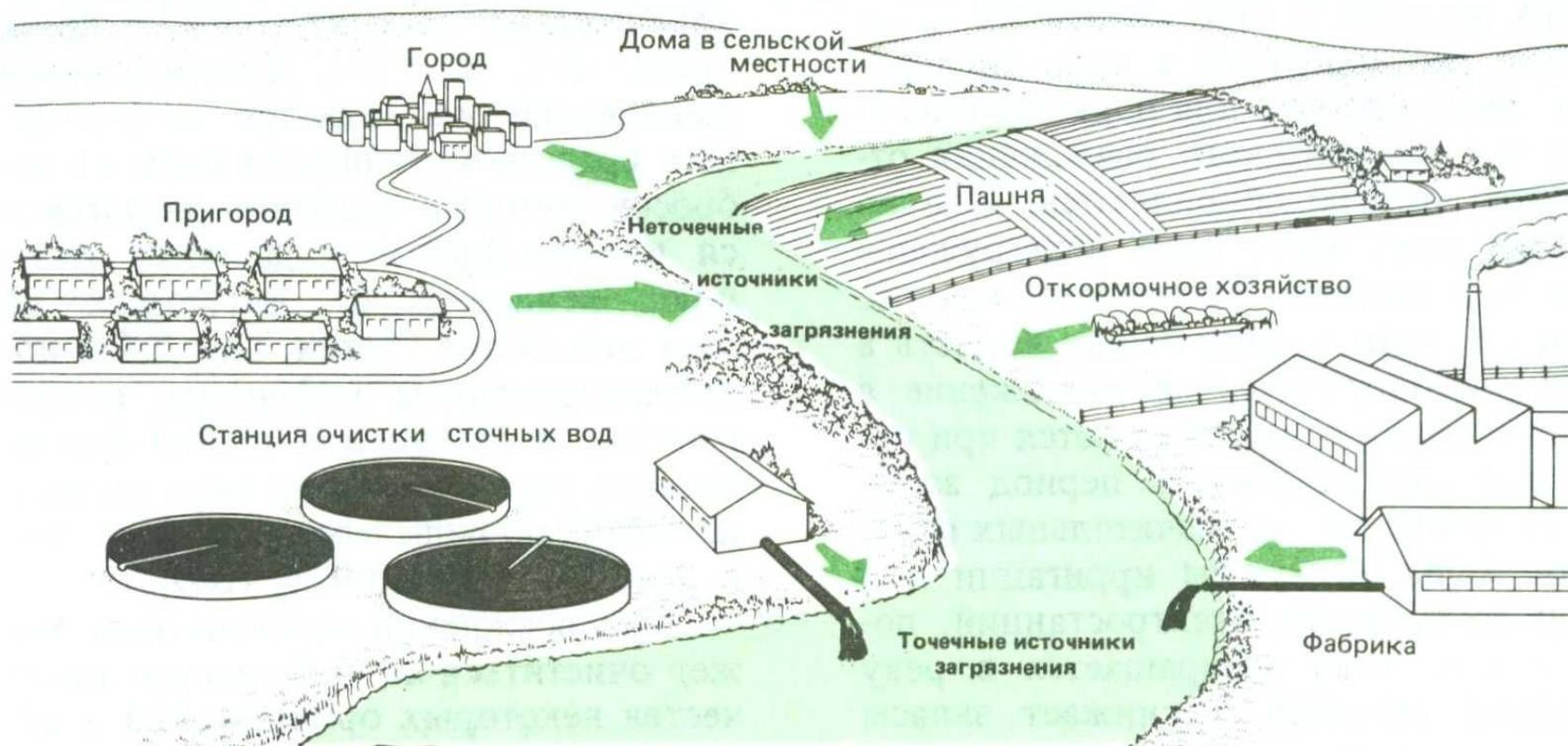


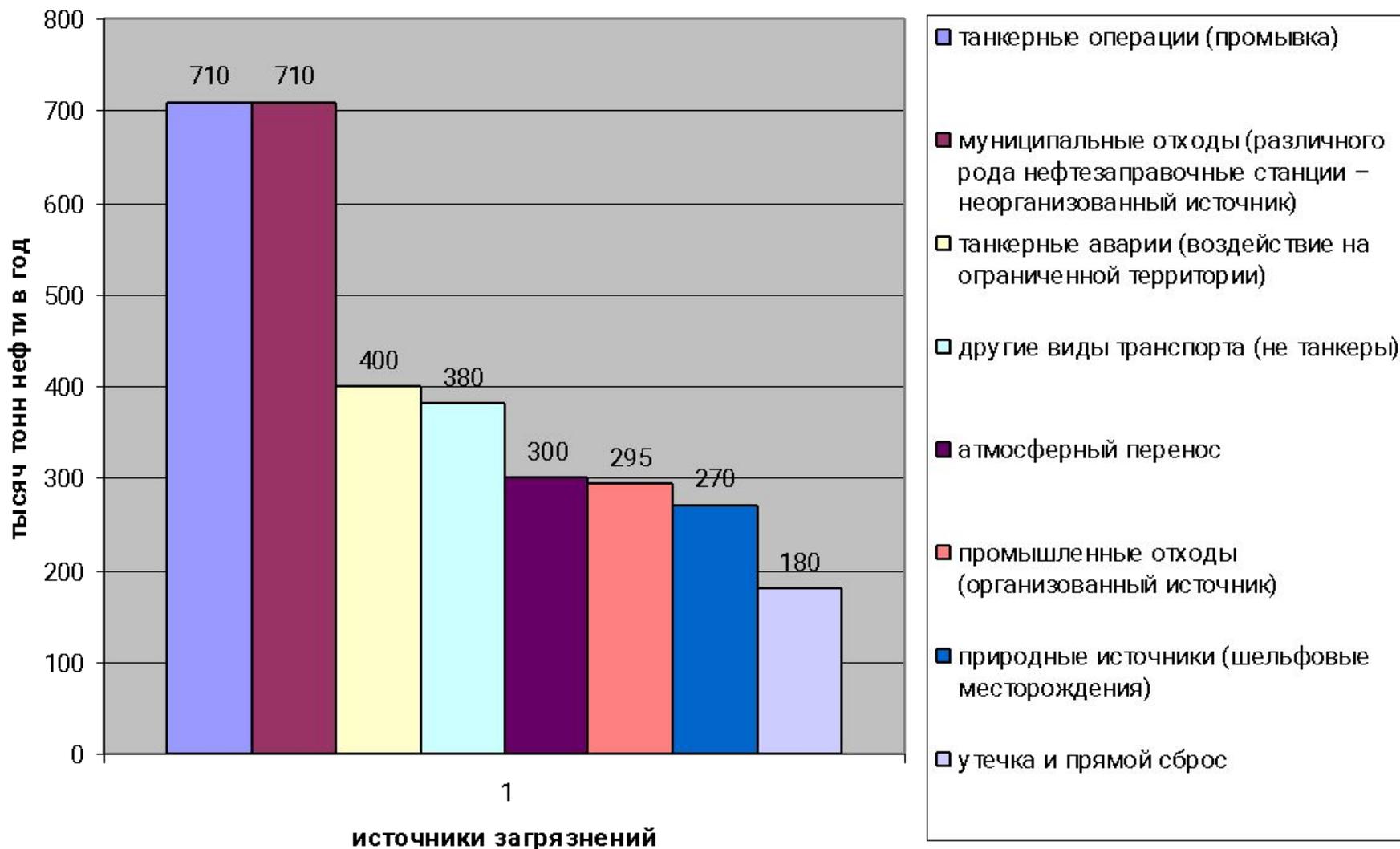
# Лекция 6

Процессы водоподготовки и  
очистки сточных вод



Точечные и неточечные источники загрязнения воды.

## Антропогенные источники загрязнения углеводородами



**Ниже представлено распределение объемов потребляемой воды  
(в %) по отраслям:**

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

# Пути рационального 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.

## **Пути рационального использования воды**

### **Промышленность:**

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

# Пути рационального 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.

# **Пути рационального использования воды**

## **Промышленность:**

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

# Создание замкнутых водооборотных систем

Настоятельная необходимость и целесообразность создания замкнутых систем производственного водоснабжения, являющихся основой рационального водопользования, обусловлены тремя основными факторами:

- ✓ дефицитом пресной воды;
- ✓ истощением обезвреживающей (самоочищающей и разбавляющей) способности водоемов;
- ✓ экономическими преимуществами

**Если стоимость 90%-ной степени очистки сточных вод принять за единицу, то очистка на 99% обойдется примерно в 10 раз дороже, а очистка на 99,9%, которая часто и требуется для достижения ПДКрх, будет дороже в 100 раз.**

**В результате локальная очистка сточных вод с целью их повторного использования в производстве в большинстве случаев оказывается значительно дешевле их полной очистки в соответствии с требованиями санитарных норм.**

**В целом, рецикл оказывается более выгоден, чем прямоточная система водоснабжения.**

Требования к качеству  
воды,  
находящейся в обороте

- **не должно ухудшаться качество получаемого продукта;**
- **должна обеспечиваться безаварийная работа оборудования; оно не должно разрушаться вследствие коррозии, на стенках не должны появляться отложения и т.д.;**
- **не влиять на здоровье обслуживающего персонала за счёт изменения токсикологических или эпидемиологических характеристик воды.**

# Структура потребления воды в коммунальном секторе



<b>Ванна</b>	<b>130 л</b>
<b>Душ</b>	<b>19 л/мин</b>
<b>Стиральная машина</b>	<b>72-170 л</b>
<b>Мытьё посуды:</b>	
<b>ручное,</b>	<b>40 л</b>
<b>машина.</b>	<b>46 л</b>
<b>Смыв туалета</b>	<b>11 л</b>

**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.**

# **Питьевая вода. параметры качества.**

- Соленость**
- Цветность**
- Запах**
- Coli –титр**
- Интегральная характеристика  
загрязненности**
  - 1. химическая потребность в кислороде**
  - 2. биологическая потребность в кислороде.**

# 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

# ЦВЕТ

Цвет воды определяет общее количество минеральных и органических примесей и загрязнений.

Обычно на цвет воды влияют соли железа и гуминовые кислоты, которые образуются при перегнивании растительности и окрашивают воду в желтый, желтовато-бурый и коричневый цвет.

Зеленоватая окраска воды встречается, когда бурно размножаются микроскопические водоросли.

Цвет воды определяется в пробирке или химическом стакане при сравнении цвета пробы воды с цветом такого же объема дистиллированной воды при дневном освещении.

# ЦВЕТ

Единицей цветности служат особые градусы – градусы платиново-кобальтовой шкалы. Различают цвет при взгляде сбоку и сверху.

Высокая цветность воды ухудшает ее органолептические свойства и оказывает отрицательное влияние на развитие водных растительных и животных организмов в результате резкого снижения концентрации кислорода в воде, который расходуется на окисление соединений железа и гумусовых веществ.

Предельно допустимая величина цветности в водах, используемых для питьевых целей, составляет 35 градусов по платиново-кобальтовой шкале.

# Определение цвета воды

Цвет сбоку	Цвет сверху	Градус цветности
Не отмечен	Не отмечен	0
Не отмечен	Очень слабый	20
Слабый	желтоватый	40
Бледно-желтый	Желтоватый	60
Бледно-желтый	Слабо желтый	150
Бледно-желтый	Желтый	300
	Интенсивно - желтый	

# ЗАПАХ

Запах воды может быть связан с деятельностью водных организмов, как живых, так и отмирающих, с влиянием почвы берегов и донного грунта, сточных вод различного происхождения, при химическом взаимодействии содержащихся в воде компонентов.

На запах воды оказывают влияние состав содержащихся в ней веществ, температура, значения рН, степень загрязненности водного объекта, биологическая обстановка, гидрологические условия и т.д.

# Запах

**Определяется органолептически,  
специального прибора нет.**

Для определения запаха следует налить исследуемую жидкость в пробирку, закрыть отверстие пальцем, энергично взболтать и, открыв, сразу же определить запах воды.

Запах может быть болотным, тинистым, гнилостным, древесным, плесневелым, рыбным, аммиачным и др.

Запах воды характеризуется интенсивностью, которую измеряют в баллах.

# Определение интенсивности запаха воды

<b>Оценка запаха, баллы</b>	<b>Интенсивность запаха</b>	<b>Характеристика ощущений запаха</b>
<b>I</b>	Никакого запаха	Отсутствие ощутимого запаха
<b>II</b>	Очень слабый	Запах, не замечаемый потребителем, но обнаруживаемый специалистом
<b>III</b>	Слабый	Запах, обнаруживаемый потребителем, если обратить на это внимание
<b>IV</b>	Заметный	Запах, легко обнаруживаемый, может быть причиной того, что вода неприятна для питья
<b>V</b>	Отчетливый	Запах, обращающий на себя внимание, может заставить воздержаться от питья
<b>VI</b>	Очень сильный	Запах, настолько сильный, что делает воду непригодной для питья

# 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**

## Бихроматная окисляемость

<b>Степень загрязнения (класс чистоты)</b>	<b>ХПК, мгО/л</b>
Очень чистая	1
Чистая	2
Умеренно загрязненная	3
Загрязненная	4
Грязная	5–15
Очень грязная	Более 15

## Характеристика вод по перманганатной окисляемости

<b>Величина окисляемости</b>	<b>Единица измерения, мгО/л</b>
Очень малая	До 4
Малая	Более 4 до 8
Средняя	Более 8 до 12
Высокая	Более 12 до 20
Очень высокая	Более 20

## Характеристика вод по БПК<sub>5</sub>

Степень загрязнения (класс чистоты)	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л
Очень чистая	0,5–1,0
Чистая	1,1–1,9
Умеренно загрязненная	2,0–2,9
Загрязненная	3,0–3,9
Грязная	4,0–10,0
Очень грязная	Более 10,0

## Классификация вод по pH

Группа воды	Значение pH
Сильнокислая	До 3,0
Кислая	Более 3,0 до 5,0
Слабокислая	Более 5,0 до 6,5
Нейтральная	Более 6,5 до 7,5
Слабощелочная	Более 7,5 до 8,5
Щелочная	Более 8,5 до 9,5
Сильнощелочная	Более 9,5

## *Мутность*

воды вызвана присутствием тонкодисперсных примесей, обусловленных нерастворимыми или коллоидными неорганическими и органическими веществами различного происхождения.

Качественное определение проводят описательно: мутность не заметна (отсутствует), слабая опалесценция, опалесценция, слабомутная, мутная и сильная муть.

# Прозрачность

Мера прозрачности – высота столба воды, при которой можно наблюдать опускаемую в воду белую пластину определенных размеров (диск Секки) или различать на белой бумаге шрифт определенного размера и типа (шрифт Снеллена). Результаты выражаются в сантиметрах

# Гидрохимический индекс загрязнения ВОДЫ

$$\text{ИЗВ} = \Sigma(C_i / \text{ПДК}_i) / N,$$

где  $C_i$  – фактическая средняя концентрация  $i$ -й примеси за контролируемый период, мг/л;

$\text{ПДК}_i$  – предел допускаемой концентрации  $i$ -й примеси, мг/л;

$N$  – количество примесей; должны анализироваться не менее семи примесей, которые в

данном

водоисточнике считаются наиболее значимыми

по

санитарно-токсикологическому признаку.

## Оценка качества воды по ИЗВ

<b>ИЗВ</b>	<b>Класс качества воды</b>	<b>Характеристика воды</b>
Менее или равно 0,2	I	Очень чистая
Более 0,2 до 1,0	II	Чистая
Более 1,0 до 2,0	III	Умеренно загрязненная
Более 2,0 до 4,0	IV	Загрязненная
Более 4,0 до 6,0	V	Грязная
Более 6,0 до 10,0	VI	Очень грязная
Более 10,0	VII	Чрезвычайно грязная

# 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
- Качество питьевой воды контролируется по 180 показателям и соответствует российским нормативам
- Количество обслуживаемого населения 11 млн. жителей Москвы и Московской области

# Источники водоснабжения

- Площадь водосбора Москворецко-Вазузской водной системы равна 15 тыс. км<sup>2</sup>,
- Волжской - 40 тыс.км<sup>2</sup>.

# Источники водоснабжения

## г. Москва

Два независимых поверхностных источника водоснабжения:

Волжский(71%);

Москворецкий(26%).

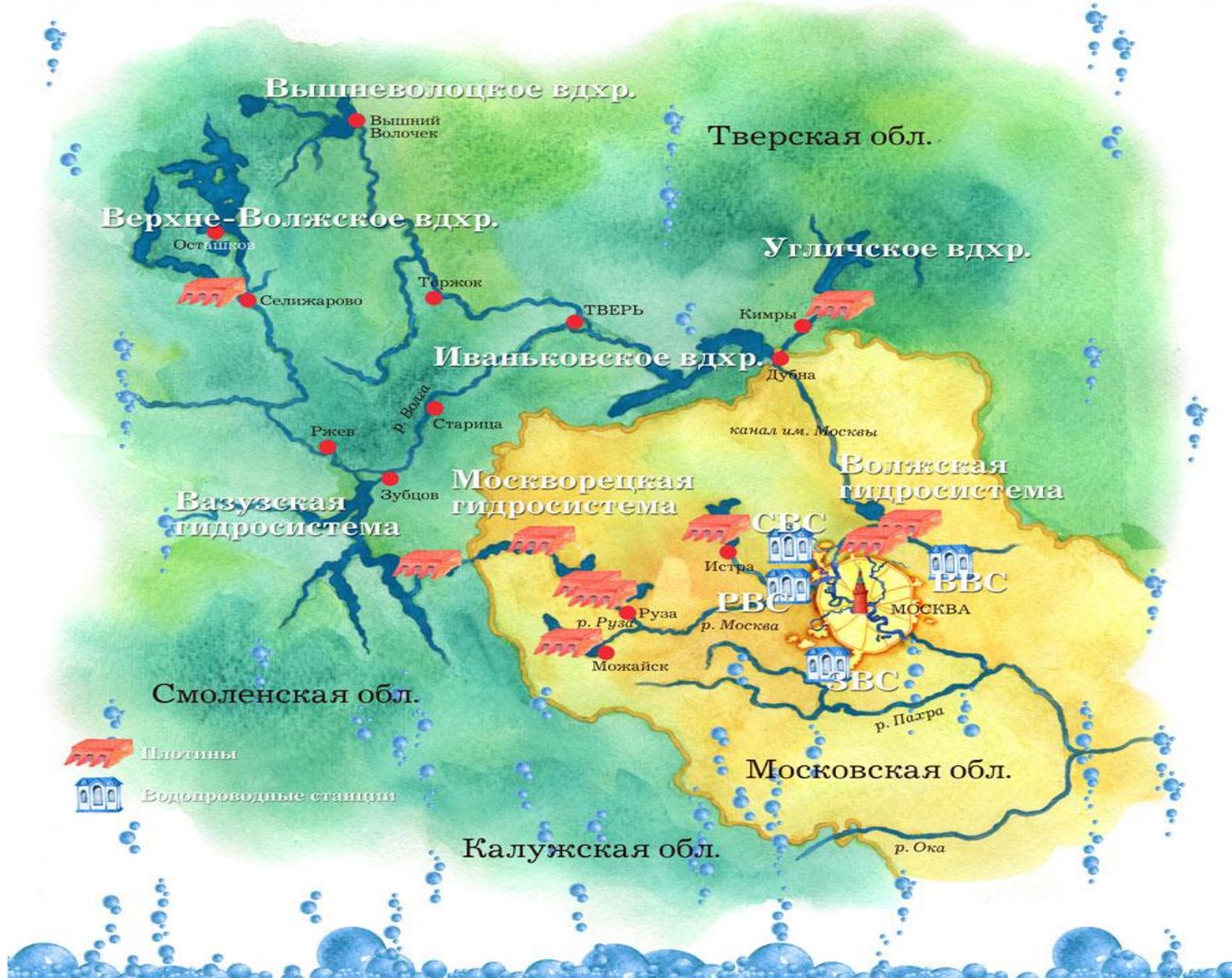
Подземные воды(3%)

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

Площадь водосбора Волжской водной системы равна 40 тыс.км<sup>2</sup>.

Москворецко-Вазузской -15 тыс.км<sup>2</sup>,

# Источники водоснабжения Москвы



# Рублевская станция ВОДОПОДГОТОВКИ

- Станция пущена в эксплуатацию в 1903 году
- . За более чем 100-летний период работы сооружения станции неоднократно реконструировались.
- На одном из новых блоков внедрена современная технология подготовки питьевой воды с применением озонирования и сорбции на активном угле
- В настоящее время ее мощность составляет 1,68 млн. куб.м в сутки.
- Станция подает питьевую воду в западную и северо-западную части города.

# Восточная станция водоподготовки

Станция введена в эксплуатацию в 1937 году одновременно с каналом им.Москвы.

- В 1975 году на станции построена установка по озонированию воды, которая позволяет, при необходимости, озонировать весь объем воды, обрабатываемый на станции.
- Производительность станции – 1,4 млн.куб.м в сутки.
- Вода подается, в основном, в восточные и юго-восточные районы города.

# Северная станция водоподготовки

- 

Станция начала работать в 1952 году. Ее мощность составляет 1,92 млн.куб.м в сутки. Станция обеспечивает питьевой водой северную часть столицы и Зеленоград.

-

# Западная станция водоподготовки

- Станция начала подавать в город воду в 1964 году, обеспечивая водоснабжение южных и юго-западных районов.
- Производительность станции – 1,7 млн. куб.м в сутки.

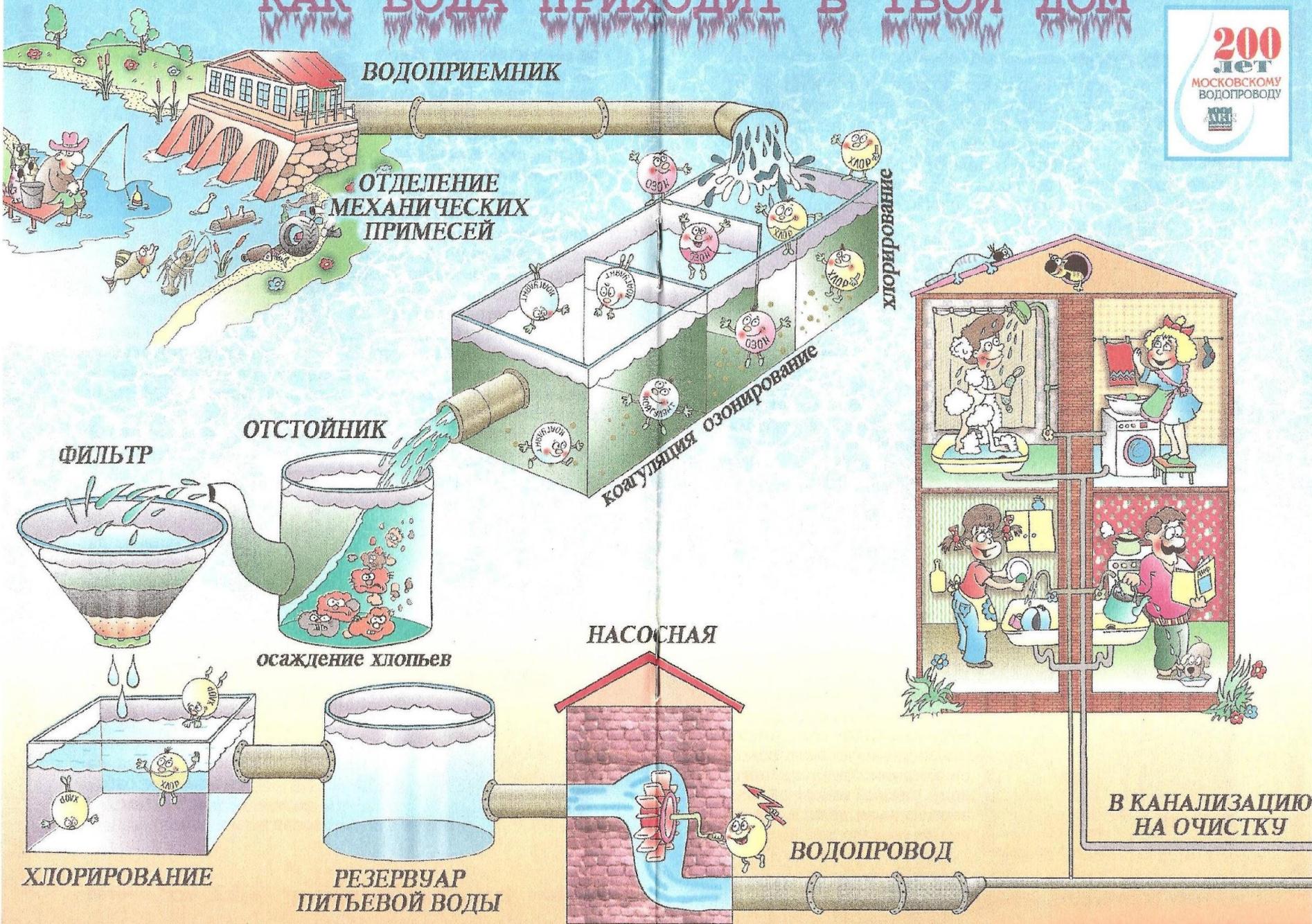
# Юго-Западная водопроводная станция

- введена в эксплуатацию в декабре 2006 года
- Новая станция мощностью 250 тысяч кубометров воды в сутки создана не для увеличения объемов подачи воды, а, прежде всего, для получения воды нового качества.
- Технологическая схема очистки воды ЮЗВС, кроме традиционных стадий осветления и обеззараживания, включает двухступенчатое озонирование с использованием активированного угля и впервые в Москве, да и во всей России - **мембранное фильтрование**.
- Такая ультрасовременная технология исключит попадание в питьевую воду токсичных органических соединений, болезнетворных микроорганизмов паразитарной, бактериальной и вирусной природы, а также обеспечит ее полную дезодорацию (удаление запаха).

# Водоснабжение г. Зеленограда

- обеспечивается из двух водоисточников: артезианских скважин и водовода от Северной станции водоподготовки. Общая мощность водопровода г. Зеленограда – 120 тыс. куб. м в сутки, в том числе: мощность артскважин – 30 тыс. куб. м в сутки, мощность водовода – 90 тыс. куб. м в сутки.

# КАК ВОДА ПРИХОДИТ В ТВОЙ ДОМ



## **Сравнение основных методов обеззараживания воды: хлорирование, озонирование, ультрафиолетовое Облучение**

Каждая из трех технологий, если она применяется в соответствии с нормами, может обеспечить необходимую степень инактивации бактерий, в частности, по индикаторным бактериям группы кишечной палочки и общему микробному числу.

- По отношению к цистам патогенных простейших высокую степень очистки не обеспечивает ни один из методов. Для удаления этих микроорганизмов рекомендуется сочетать процессы обеззараживания с процессами уменьшения мутности.
- Озон и ультрафиолет имеют достаточно высокий вируцидный эффект при реальных для практики дозах. Хлорирование менее эффективно по отношению к вирусам.

- Технологическая простота процесса хлорирования и недефицитность хлора обуславливают широкое распространение именно этого метода обеззараживания.

Хлорирование может привести к образованию нежелательных хлорорганических соединений, обладающих высокой токсичностью и канцерогенностью.

При озонировании также возможно образование побочных продуктов, классифицируемых нормативами как токсичные – альдегиды, кетоны и другие

Метод озонирования наиболее технически сложен и дорогостоящ по сравнению с хлорированием и ультрафиолетовым обеззараживанием.

- Ультрафиолетовое излучение не меняет химический состав воды даже при дозах, намного превышающих практически необходимые. Ультрафиолетовое излучение убивает микроорганизмы, но «образующиеся осколки» (клеточные стенки бактерий, грибков, белковые фрагменты вирусов) остаются в воде. Поэтому рекомендуется последующая тонкая фильтрация.

**Только хлорирование обеспечивает консервацию воды в дозах 0,3–0,5 мг/л, то есть обладает необходимым длительным действием.**

Вплоть до конца XVIII века жители Москвы брали воду из рек, прудов и специально вырытых колодцев. Первый городской водопровод появился в 1804 году. Его длина составляла **21 километр**.

**Сегодня протяжённость  
водопроводных сетей — 12 тысяч  
847 километров.**

# Контроль качества питьевой воды

- в системе централизованного водоснабжения Москвы осуществляется по всему пути движения воды от верховий источников водоснабжения до кранов потребителей.

В контроле качества задействованы 10 лабораторий Мосводоканала, которые ежедневно выполняют около 5 тысяч анализов.

- Определение основных показателей качества воды производится в постоянном режиме автоматическими анализаторами.
- Всего выполняется определение около 150 физико-химических и 20 биологических показателей качества воды. Результаты анализов автоматически передаются в систему социально-гигиенического мониторинга города.

Территориальные управления Роспотребнадзора, как государственные надзорные организации, также осуществляют регулярный контроль качества питьевой воды как на выходе водопроводных станций, так и в городской распределительной сети.

# Качество питьевой воды

Показатели качества	Единица измерения	Норматив	Станции водоподготовки			
			Северная	Восточная	Рублевская	Западная
Мутность	мг/л	1,5	0,2	0,1	0,1	0,2
Цветность	град.	20	16	13	9	8
Перманганатная окисляемость	мг/л	5	4,2	4,1	2,8	3,1
Хлор остаточный связанный	мг/л	0,8-1,2	1,09	1,05	1,11	1,09
Общие колиформные бактерии	КОЕ в 100 мл	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Термотолерантные колиформные бактерии	КОЕ в 100 мл	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие

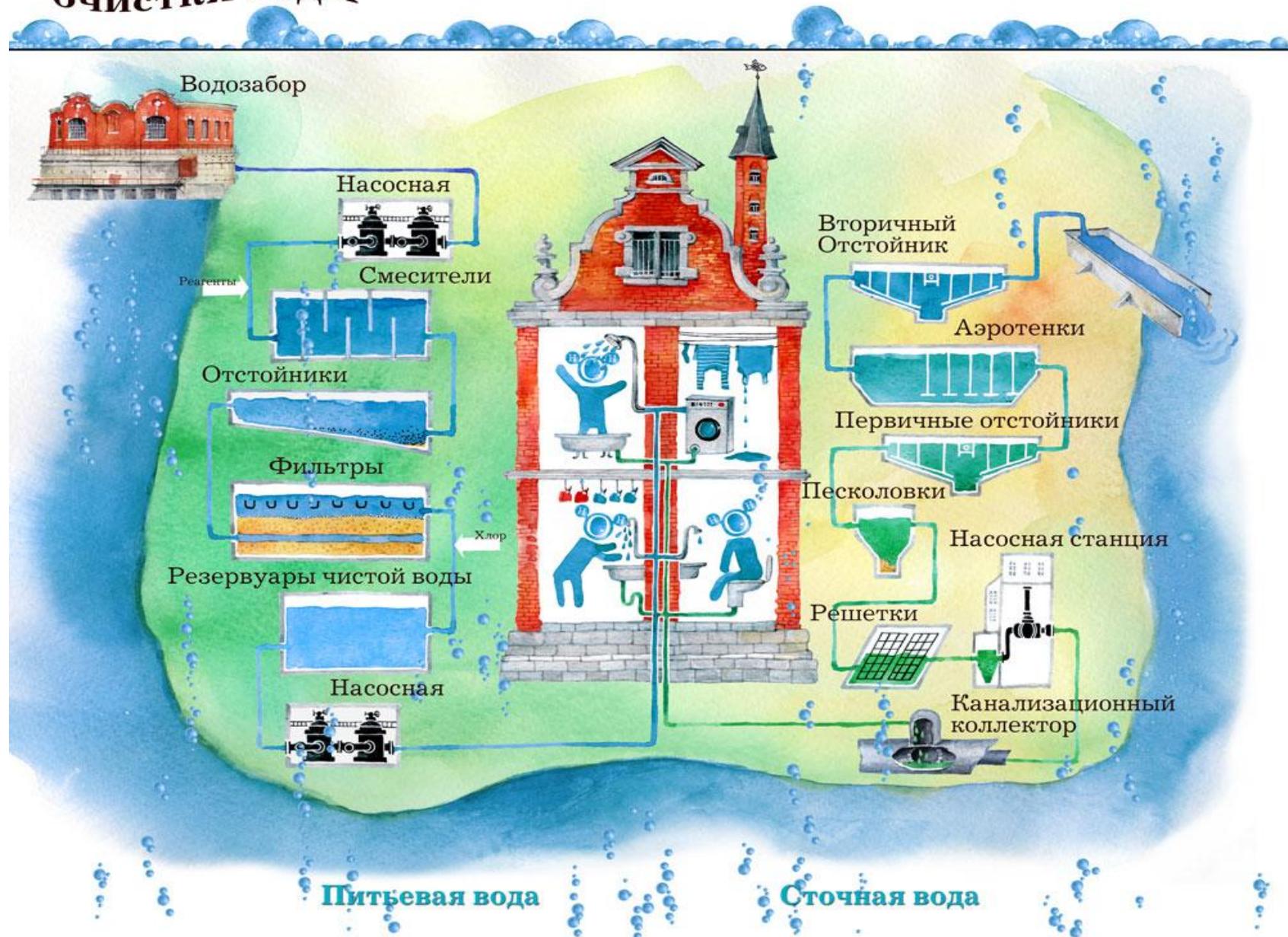
- **РЕМОНТОМ И ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ВНУТРЕННИХ САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ЗАНИМАЮТСЯ ЖИЛИЩНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ МИКРОРАЙОНА**

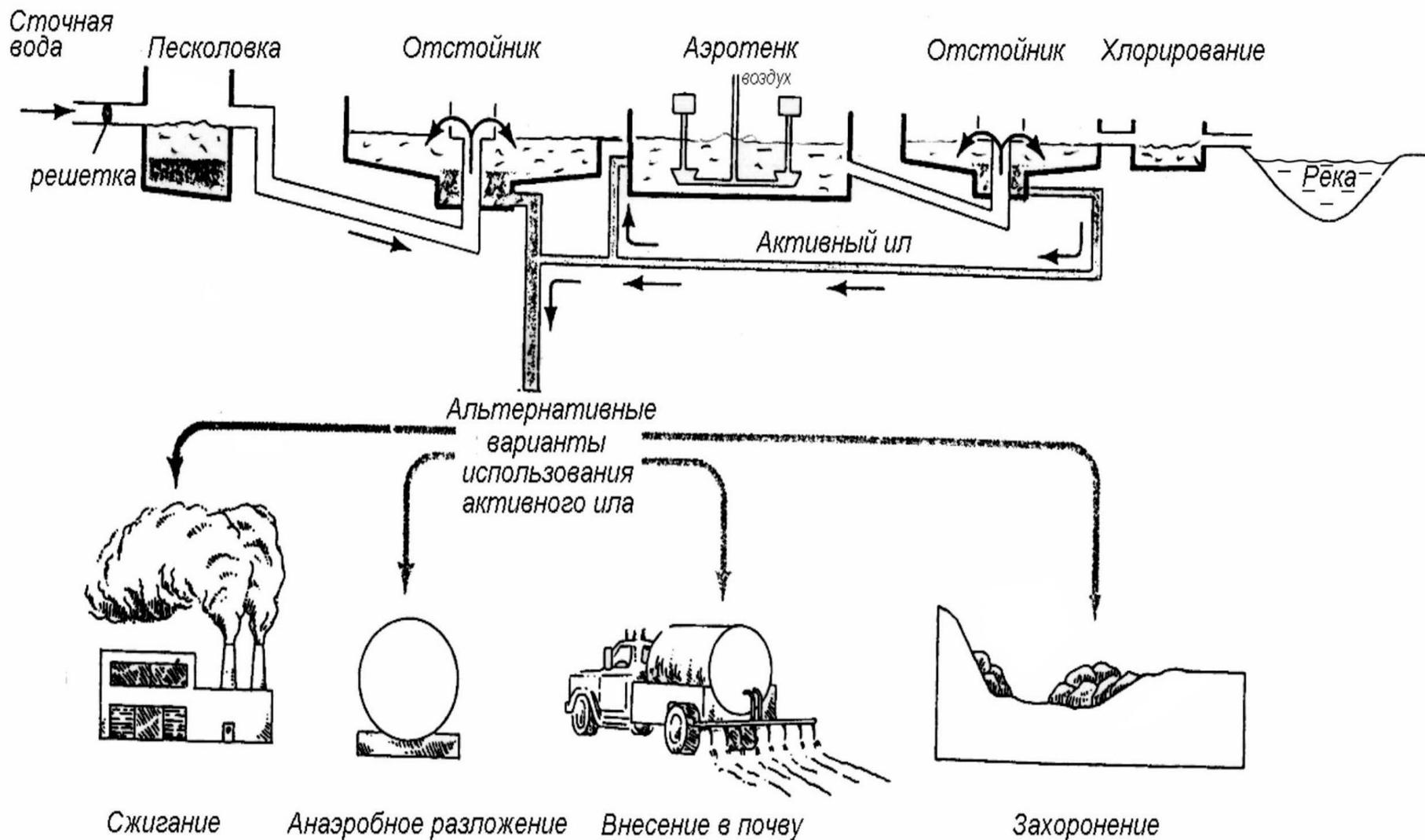
**МОСВОДОКАНАЛ ОТВЕЧАЕТ:**

**За эксплуатацию и исправное состояние всех наружных систем водоснабжения и канализации.**

**СООБЩАЙТЕ О ПОВРЕЖДЕНИЯХ  
НАРУЖНЫХ СИСТЕМ ВОДОПРОВОДА  
И КАНАЛИЗАЦИИ  
ПО ТЕЛЕФОНУ  
742 96 96**

# Схема очистки ВОДЫ





**Рис...Общая схема очистки городских сточных вод.**

# 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 мгО<sub>2</sub>/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.

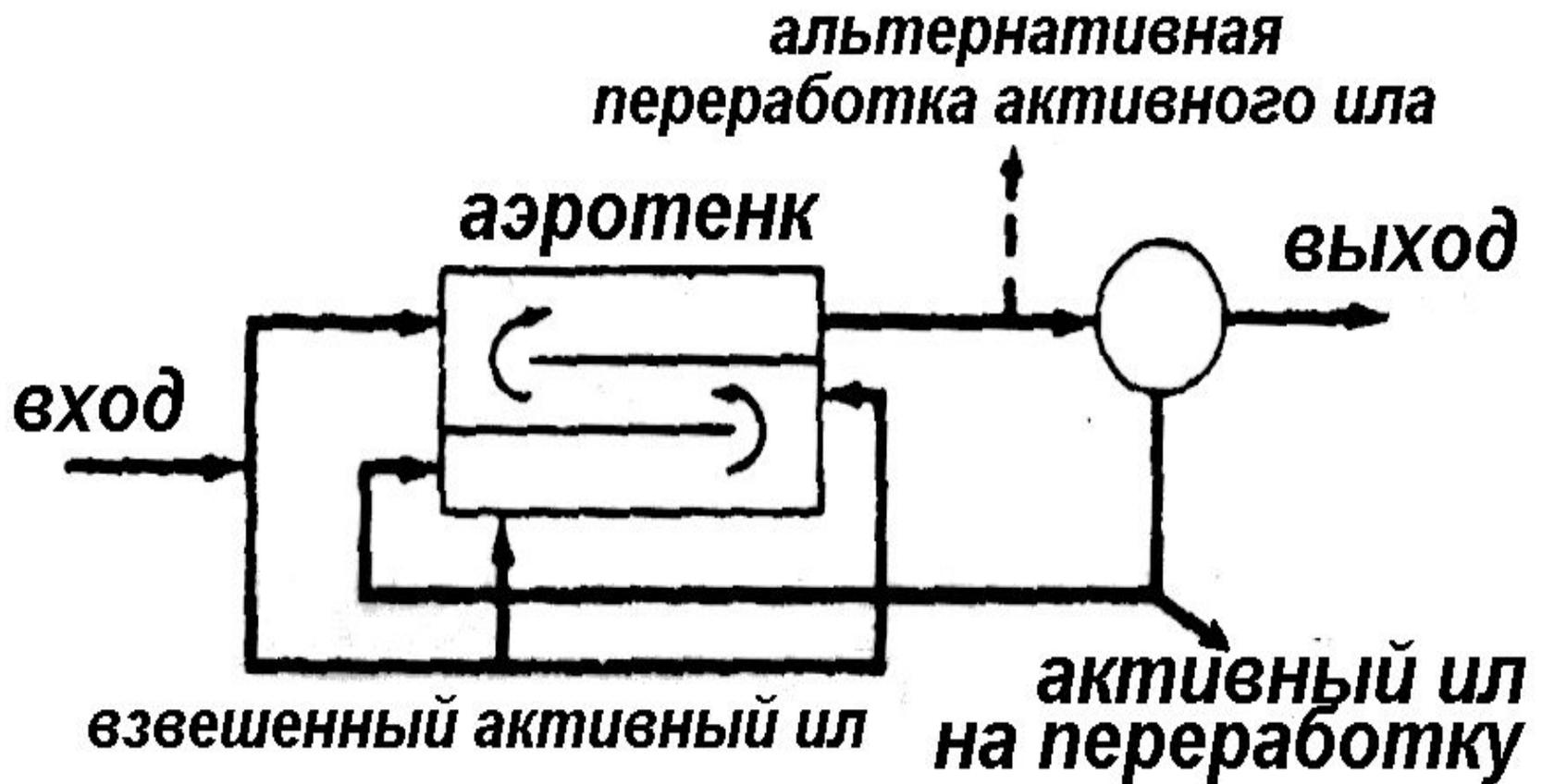


Рис...Схема трёхкоридорного аэротенка.

# **Анаэробный процесс**

**В этом случае происходит биологическое окисление органических веществ в отсутствие свободного кислорода.**

**Процесс протекает с образованием метана и  $\text{CO}_2$**

**Основные технологические параметры процесса:**

- температура - 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 мг $\text{O}_2$ /л, однако при высокой концентрации микроорганизмов (1-3%) анаэробный процесс протекает и при более низком содержании органических веществ - вплоть до 1000 мг $\text{O}_2$ /л;**
- микробы чувствительны к наличию некоторых соединений, особенно пероксидов и хлор- и серосодержащих производных, поэтому в ряде случаев их приходится предварительно удалять.**