

# **Лекция 5**

## **Рациональное использование воды**

**«Вода стоит особняком в истории нашей планеты. Нет природного тела, которое могло бы сравниться с ней по влиянию на ход основных самых грандиозных геологических процессов. Нет земного вещества, минерала, горной породы, живого тела, которое её бы не заключало. Всё земное вещество ... ею проникнуто и охвачено».**

**В.И. Вернадский**

**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.**

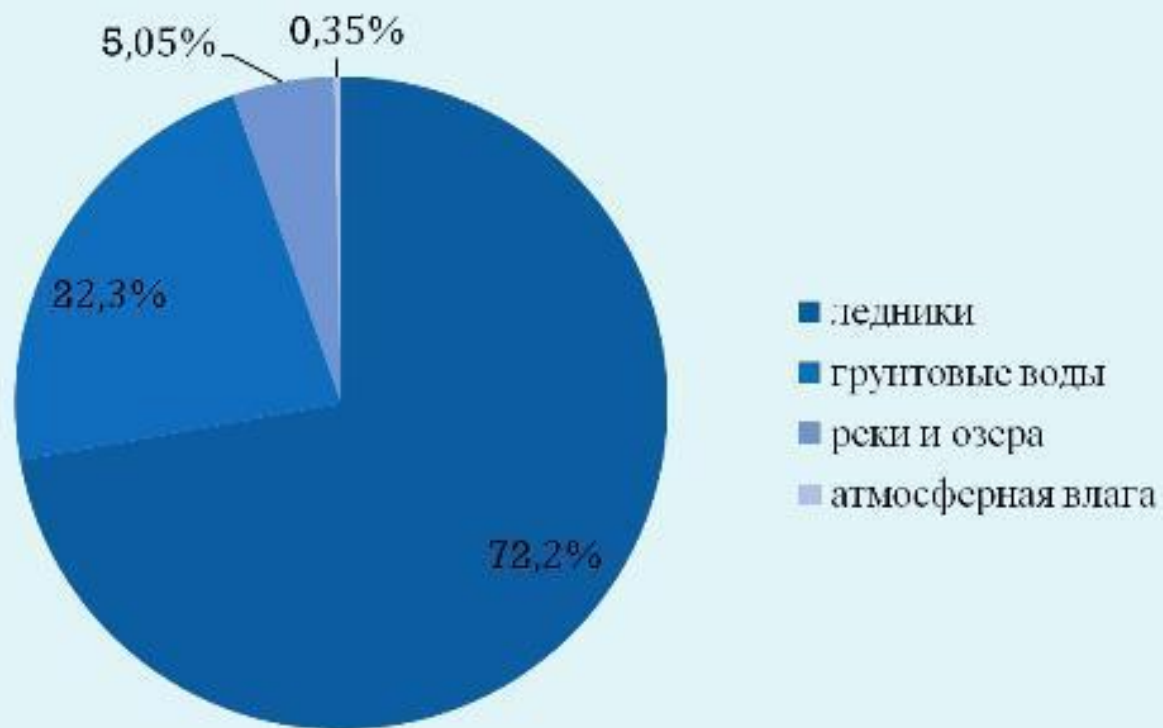
**Наша планета богата водными ресурсами, однако на долю ПРЭСНОЙ воды приходится около 2%, а на долю пригодной (и удобной) для использования - всего 0,01%.**

**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.**

## Мировые запасы воды

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

# ПРЕСНАЯ ВОДА



**Основой водных ресурсов России является речной сток.**

**В средние по водности годы он составляет 4262 км<sup>3</sup>, 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<sup>3</sup>), Лена (532), Обь (404), Амур (344) и Волга (254 км<sup>3</sup>).**

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

$$Q_{\text{испарения}} = Q_{\text{осадки}}$$

$$Q_{\text{испарения}} = Q_{\text{испарения океан}} + Q_{\text{испарения суша}}$$

$$520 \text{ тыс. км}^3 = 449 \text{ тыс. км}^3 + 71 \text{ тыс. км}^3$$

$$Q_{\text{осадки}} = Q_{\text{осадки океан}} + Q_{\text{осадки суша}}$$

$$520 \text{ тыс. км}^3 = 404 \text{ тыс. км}^3 + 116 \text{ тыс. км}^3$$

---

Океан

- 45 тыс. куб. км

Суша

+45 тыс. куб. км

# Примерный расход воды в мире (тыс. км<sup>3</sup>)

• Сельское хозяйство	7
• Промышленность	1,7
• Разбавление сточных вод	9
• В быту	0,6
• Прочие	0,4
• Подземный сток	13
• Итого	31,7
• Остаток	13,3

# Использование водных ресурсов.



MyShared



# Направления использования воды в производстве

для охлаждения

для нагревания

для промывки

для замачивания

для увлажнения

для  
парообразования

для  
гидротранспорта

в составе  
производимой  
продукции

Охлаждает. Нагревает.  
Увлажняет. Замачивает.  
Парит. Промывает.  
Транспортирует.



**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>

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

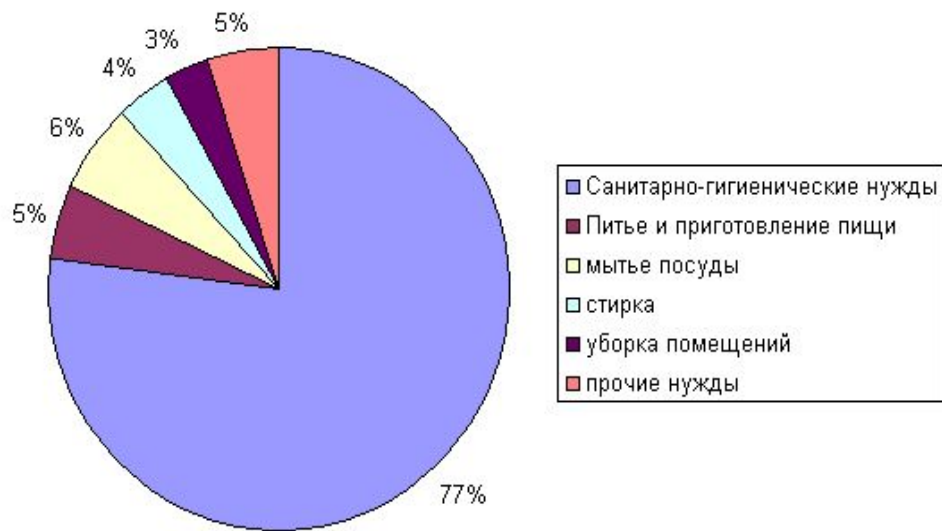
**Социальная норма потребления воды в Москве – 135 л. в день.**

**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.**

# Структура потребления воды в коммунальном секторе



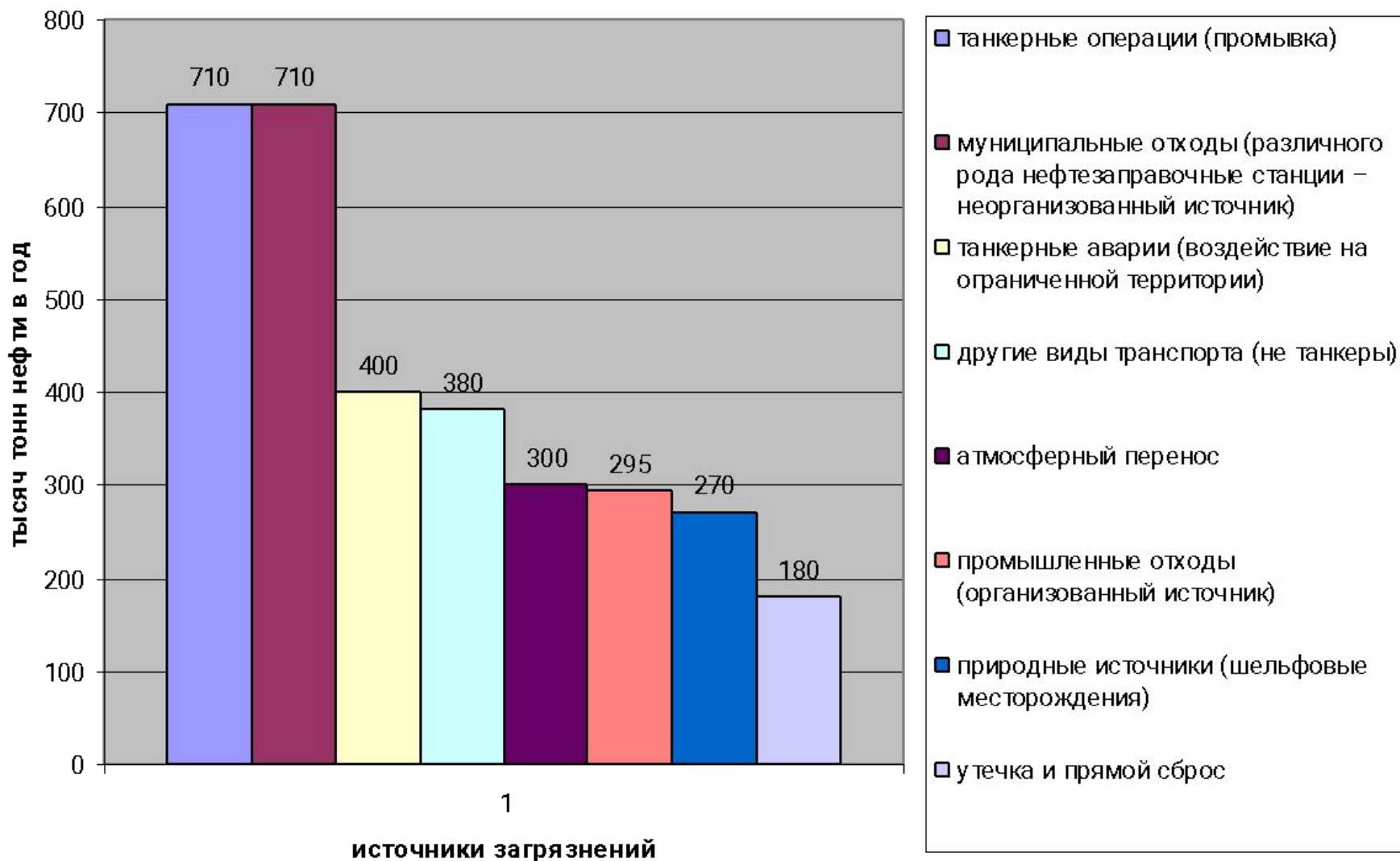
<b>Ванна</b>	<b>130 л</b>
<b>Душ</b>	<b>19 л/мин</b>
<b>Стиральная машина</b>	<b>72-170 л</b>
<b>Мытьё посуды:</b>	
<b>ручное,</b>	<b>40 л</b>
<b>машина.</b>	<b>46 л</b>
<b>Смыв туалета</b>	<b>11 л</b>

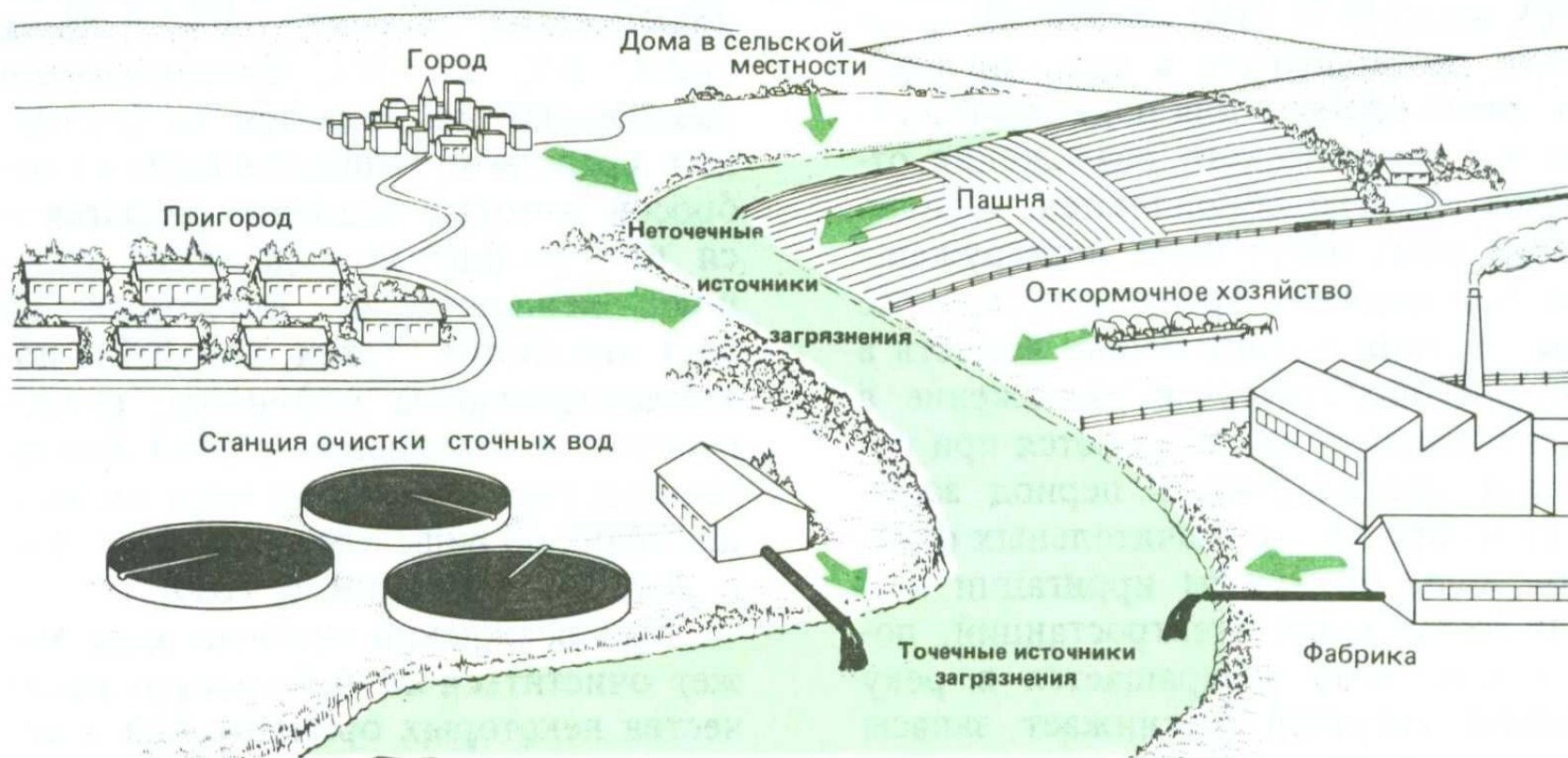
**Основные реки: Волга, Дон, Кубань, Обь, Енисей, Лена, Печора, оцениваются как «загрязнённые», их крупные притоки: Ока, Кама, Томь, Иртыш, Тобол, Миасс, Висеть, Тура, как “сильнозагрязнённые”.**

**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, среднегодовая концентрация которых достигала 8 – 22 ПДК.**

## Антропогенные источники загрязнения углеводородами





Точечные и неточечные источники загрязнения воды.

# **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;**
  - **образование малорастворимых соединений;**
  - **окисление или восстановление;**
  
  - **мембранные процессы;**
  - **ионный обмен;**
  - **экстракция и т.д.**
- ✓ **биохимические методы (аэробные и анаэробные).**



# Выделение неорганических веществ

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.

# 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  $\text{БПК}_{\text{II}} : \text{N} : \text{P}$  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.

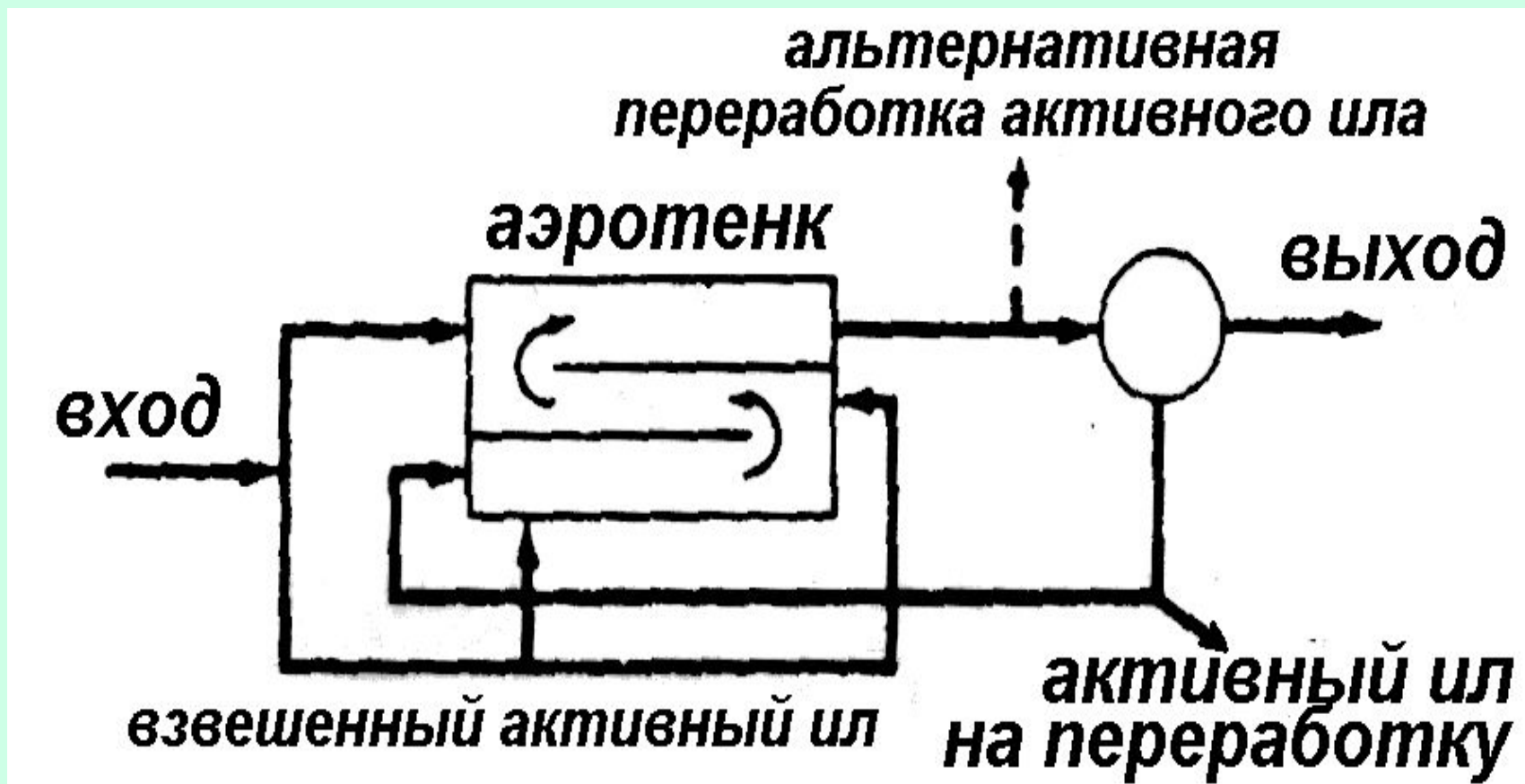


Рис...Схема трёхкоридорного аэротенка.

# Анаэробный процесс

В этом случае происходит биологическое окисление органических веществ в отсутствие свободного кислорода за счёт химически связанного в таких соединениях, как  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$  и  $\text{CO}_3^{2-}$ .

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 мгО<sub>2</sub>/л, однако при высокой концентрации микроорганизмов (1-3%) анаэробный процесс протекает и при более низком содержании органических веществ - вплоть до 1000 мгО<sub>2</sub>/л;
- микробы чувствительны к наличию некоторых соединений, особенно пероксидов и хлор- и серосодержащих производных, поэтому в ряде случаев их приходится предварительно удалять.

# 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.

# **Создание замкнутых водооборотных систем**

**Годовой сток Волги составляет 254 км<sup>3</sup>.**

**Объём сточных вод поступающий в бассейн Волги -  
порядка 22 км<sup>3</sup>.**

**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.**



# **Основные принципы создания замкнутых водооборотных систем**

Вопросом первостепенной важности при создании замкнутых водооборотных систем является **разработка научно-обоснованных требований к качеству воды, используемой во всех технологических процессах и операциях.**

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.**