

Водные ресурсы (ресурсы гидросферы)

Гидросфера – водная оболочка Земли, т. е. вся вода нашей планеты в твердом, жидком и газообразном состояниях.

Благодаря лучистой энергии Солнца и силе тяжести все воды на Земле тесно взаимосвязаны и образуют единый *круговорот воды в природе*.

Общий объем вод гидросферы составляет 1,4 млрд км³, в том числе:

Мировой океан (моря и океаны)

- около 96,5% вод гидросферы
- 361 млн км² площади земного шара (71%)
- объем воды – 1338000000 км³
- средняя глубина – 3700 м, максимальная глубина – 11022 м (Марианский желоб)
- океаны: Тихий, Атлантический, Индийский, Сев. Ледовитый (некоторые ученые выделяют пятый – Южный океан)

ледники и постоянные снега – около 1,74% вод гидросферы

подземные воды – около 1,72%

озера – около 0,013%

почвенная влага – около 0,001%

болота – около 0,0008%

водохранилища – около 0,0004%

реки – около 0,0002%

вода в атмосфере – 0,001%

Общие запасы воды – 1389,5 млн км³

Общие запасы пресных вод – 35,8 млн км³ (2,57% вод гидросферы)

68.7% - воды ледников
30.1% - пресные подземные воды
0.006% - речная вода

Распределение суши и воды на земном шаре

Поверхность земного шара	Северное полушарие		Южное полушарие		Земля в целом	
	в млн км ²	в %	в млн км ²	в %	в млн км ²	в %
Суша	100	39	49	19	149	29
Вода	155	61	206	81	361	71
Всего	255	100	255	100	510	100

БОЛЬШОЙ КРУГОВОРОТ



ветер

МАЛЫЙ КРУГОВОРОТ

испарения

дождь

испарения

дождь

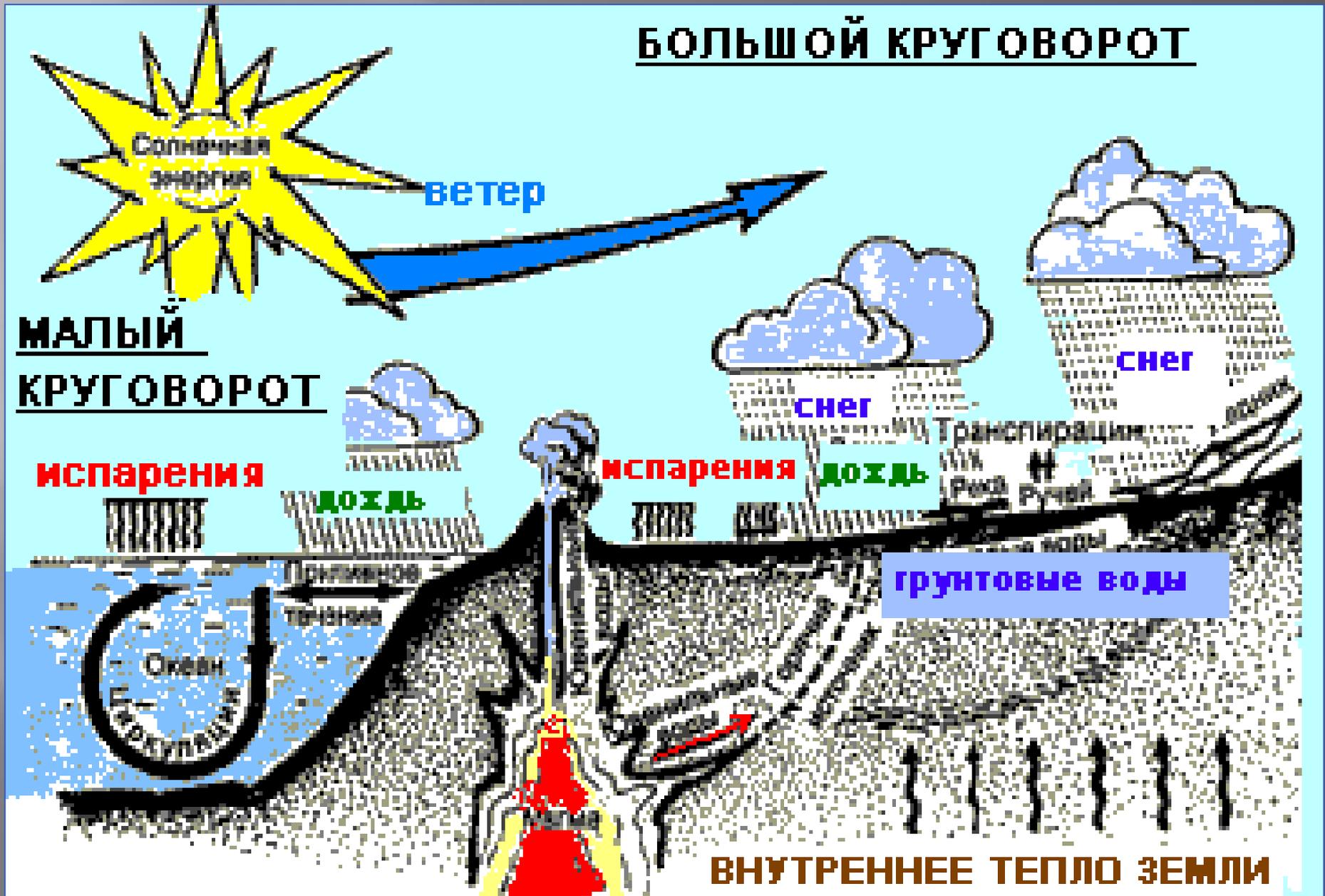
снег

Транспирация

снег

грунтовые воды

ВНУТРЕННЕЕ ТЕПЛО ЗЕМЛИ



Водопользование – это совокупность всех форм и видов использования водных ресурсов в общей системе природопользования.

Водопользование *включает*:

- использование водных объектов для удовлетворения потребностей населения и хозяйства (водный транспорт, лесосплав, рекреационное использование),
- использование воды без изъятия ее из водных объектов, путем пропускания воды через объект водопользования (ГЭС, мельницы),
- водопотребление, т.е. изъятие воды из водных объектов.



Водопотребление :

возвратное, т.е. с возвращением использованной воды в источник водоснабжения, *безвозвратное* связано с вхождением воды в состав продукции или расходом ее на фильтрацию, испарение и т.п.

Для нормальной жизнедеятельности **каждому человеку** необходимо, примерно, 2,5 литра воды в сутки (за 70 лет – почти 65т). С учётом всех видов потребления каждый человек расходует в год почти 2500 – 3000 куб.м воды.

По приблизительным подсчётам, косвенные затраты воды на производство стакана чая объёмом 250 мл составляют 30 литров, чашки кофе объёмом 125 мл - около 140 литров воды; на производство 1 кг говядины – пятнадцать с половиной тысяч литров воды.

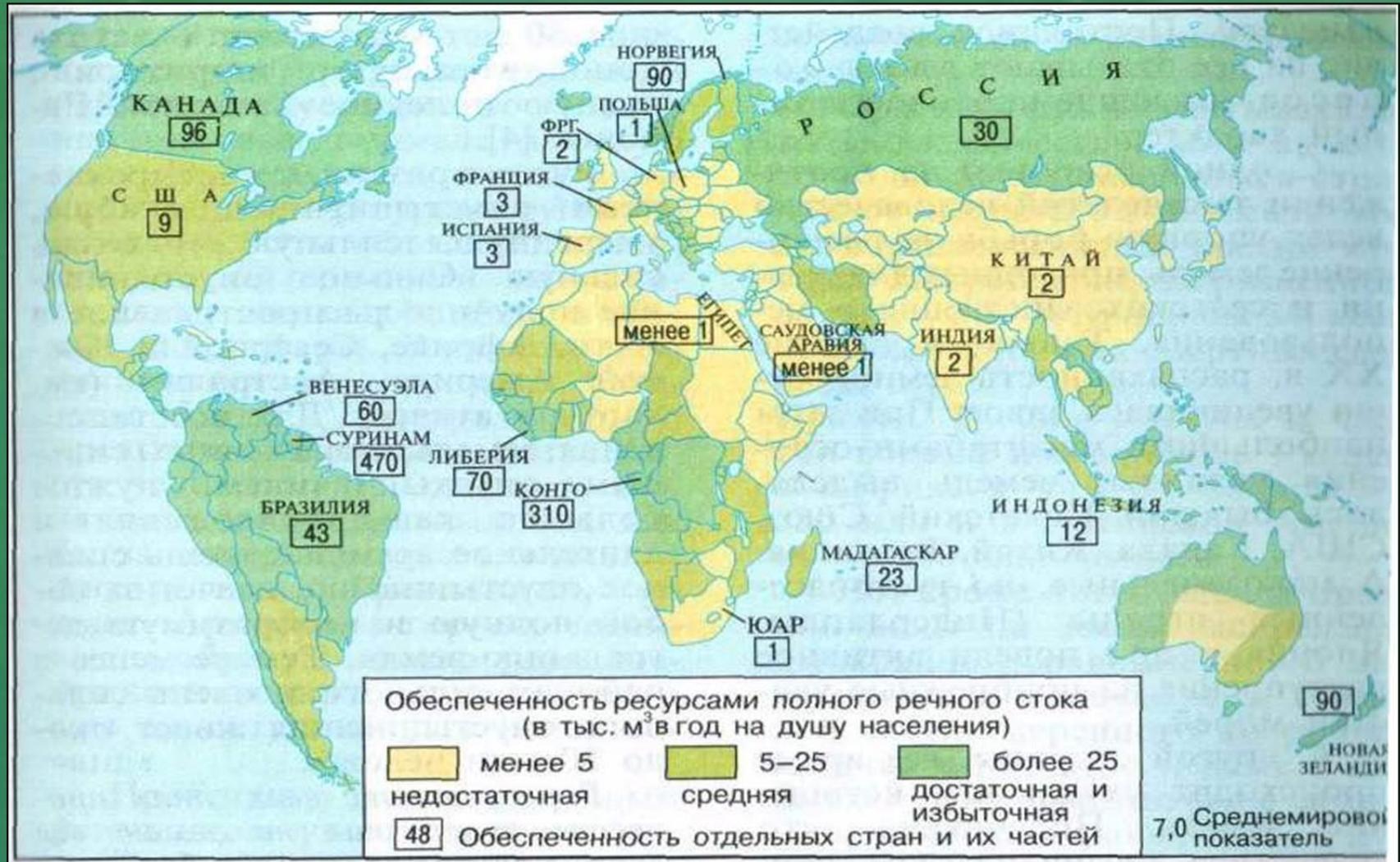
Речной сток — перемещение воды в виде потока по речному руслу; происходит под действием гравитации; является важнейшим элементом круговорота воды в природе, с помощью которого происходит перемещение воды с суши в океаны или области внутреннего стока. Количественное значение стока в единицу времени - *расход воды*.

В гидрологии под *речным стоком* обычно подразумевается объём стока — объём воды (минеральных веществ - твёрдый сток), прошедшей через определённый створ в единицу времени (год). Речной сток *объединяет* поверхностный сток, образующийся в результате осадков и снеготаяния, и подземный сток, формируемый за счет грунтовых вод.

10 крупнейших рек мира по годовому стоку

Название	Объём стока за год, км ³
р. Амазонка, Южная Америка	6903
р. Конго, Африка	1445
р. Янцзы, Азия	1080
р. Ориноко, Южная Америка	913
р. Енисей, Азия	624
р. Миссисипи, Северная Америка	598
р. Парана, Южная Америка	551
р. Лена, Азия	536
р. Токантинс, Южная Америка	513
р. Замбези, Африка	504

Обеспеченность речным стоком на душу населения



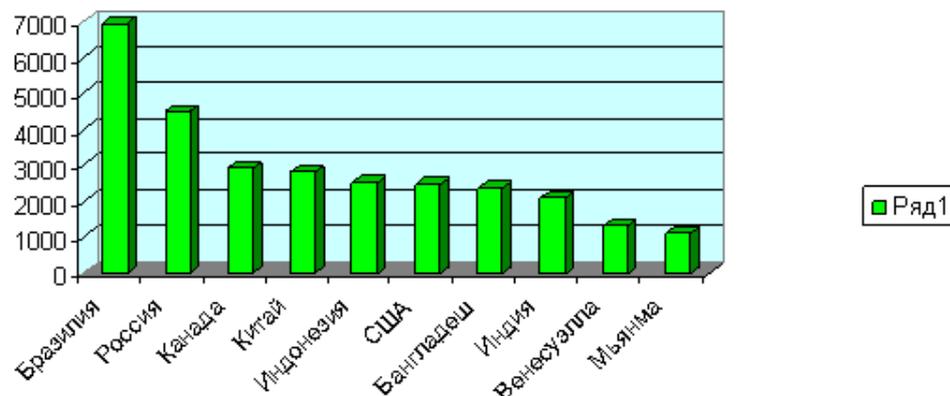


Оз. Байкал

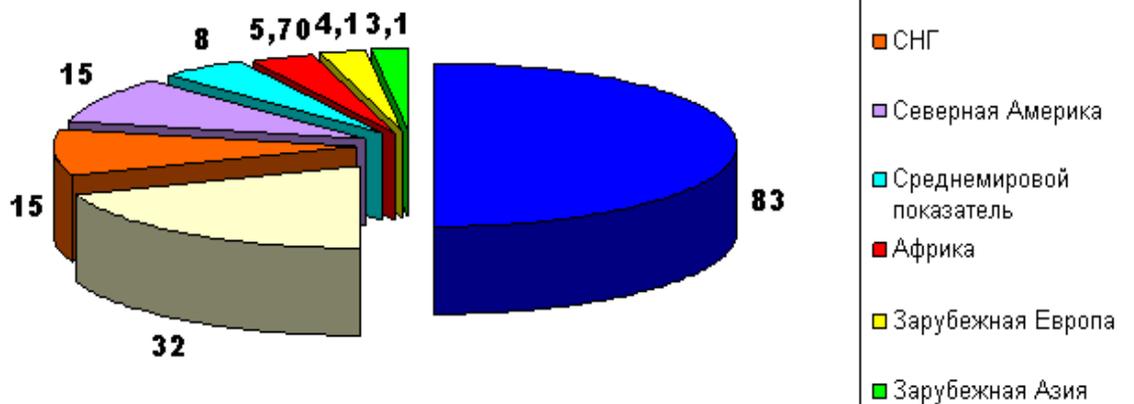
Мировые запасы пресной воды в озерах составляют 91 тыс. км³, из них - 24,5 тыс. км³ (более 25%) находятся в озерах России, в том числе в оз. Байкал - 23 тыс. км³.

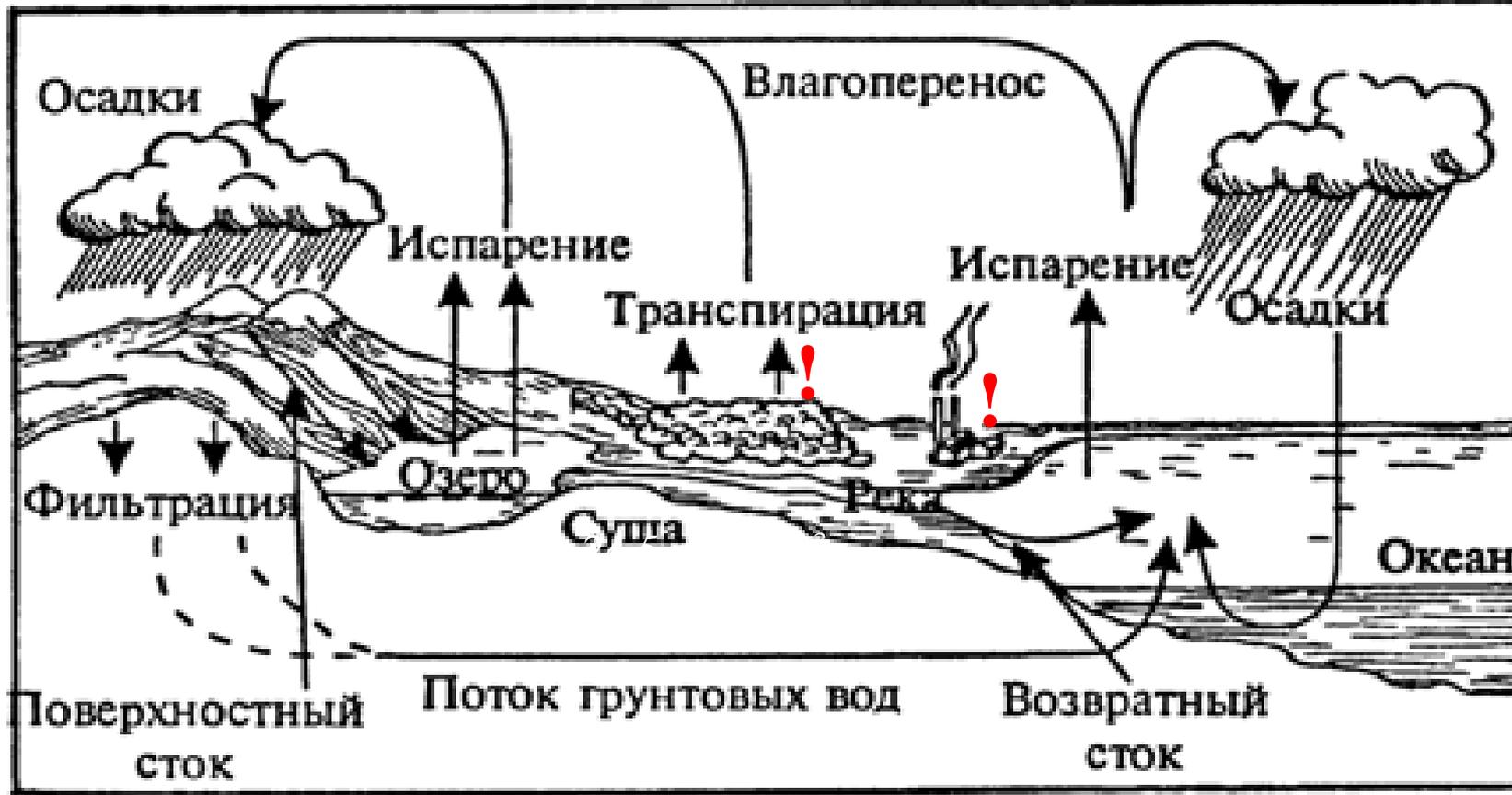
Страна с наибольшей водообеспеченностью	На 1 человека, тыс. м ³		Страна с наименьшей водообеспеченностью
Суринам	470	0,96	Египет
ДР Конго	310	0,55	Бурунди
Гайана	190	0,46	Алжир
Папуа — Новая Гвинея	185	0,45	Тунис
Габон	125	0,38	Израиль
Канада	98	0,25	Йемен
Новая Зеландия	90	0,20	Иордания
Норвегия	90	0,12	Саудовская Аравия
Экваториальная Гвинея	75	0,1	Ливия
Либерия	70	0,011	Кувейт

Первые десять стран по размерам ресурсов пресных вод



Обеспеченность ресурсами речного стока по крупным регионам мира, тыс.м³/год





Малый круговорот воды в природе

Испарение :

уменьшается при осушительных мелиорациях, сведении лесов, понижении уровня водоемов вследствие водохозяйственных мероприятий, застройке и асфальтировании поверхностей;

увеличивается при орошении и создании водохранилищ.

Поскольку районы осушительных и оросительных мелиоративных мероприятий в основном не совпадают, деятельность человека приводит ***к территориальному перераспределению объемов испарения.***

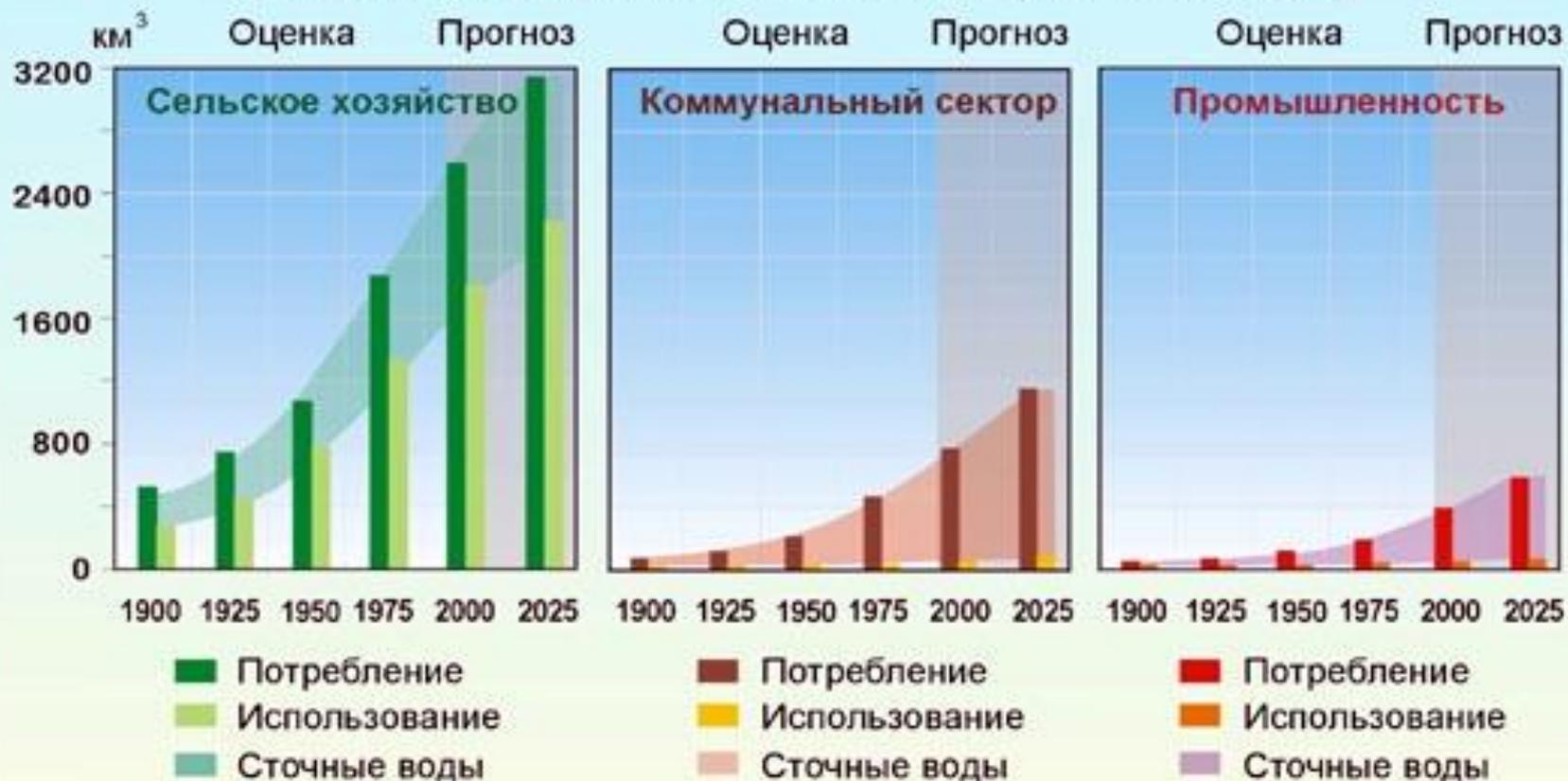
Выпадение осадков :

масштабы этих изменений пока не выходят за пределы естественных межгодовых колебаний. Более существенным экологическим фактором является ***изменение химического состава осадков***, в частности, их закисление.

Сток:

водопотребление, водоотведение  ***изменение состава стока*** (загрязнение);
замена естественных ландшафтов техногенными, в т.ч. сведение лесов, распашка земель, выпас скота  ***увеличение поверхностного стока***  повышение уровня весенних паводков, понижение уровня грунтовых вод, истощение родников, понижение уровней и пересыхание малых рек в летнее время;
прямое безвозвратное водопотребление  ***сокращение стока рек***;
асфальтовые покрытия  ***локальное увеличение поверхностного стока.***

Глобальное использование воды по секторам



Источник: Vital Water Graphics. UNEP, Nairobi (2002)

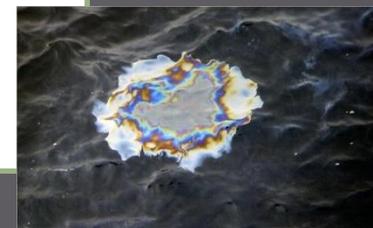
Дизайн: ЮНЕП/ГРИД-Арендал, Ф. Рекашевич

1га земли, на котором растёт кукуруза, испаряет за вегетационный период 2-3 тыс. м³ воды; для выращивания 1т пшеницы требуется 1500 м³, 1т риса – 4000 м³, 1 т хлопка – 10000 м³ воды.

На производство 1т чугуна требуется 40-50м³ чистой воды; на производство 1т химических волокон - 2000-3000 м³ воды; на производство 1 т целлюлозы - 400-500 м³ свежей воды.

Основные источники загрязнения поверхностных вод:

- промышленные стоки,
- хозяйственно-бытовые (коммунальные),
- диффузные источники загрязнения,
- жидкие полезные ископаемые и сопутствующие вещества,
- объекты водопользования,
- загрязнения, поступающие из атмосферы,
- образование загрязняющих веществ непосредственно в водоемах.



Основные источники загрязнения поверхностных вод

Промышленные стоки

- На долю промышленности приходится 70–80% всех сточных вод.
- В промышленном производстве вода используется как теплоноситель, поглотитель, растворитель, средство транспортировки.
- Различают 4 класса сточных вод: загрязненные неочищенные, недостаточно очищенные, нормативно очищенные, условно чистые (не требующие очистки). Отдельные виды промышленных сточных вод содержат компоненты, представляющие определенную ценность как сырье.

Хозяйственно – бытовые (коммунальные) стоки

- Составляют, примерно, 20% всего объема сточных вод, их доля в водоотведении постепенно растет.
- Имеют относительно устойчивый состав. От 1 человека в сутки, в среднем, поступает : 65г взвешенных веществ, 8 г азота аммонийного, 3,3г фосфатов, 9 г хлоридов, 60–75г органических веществ.

Основные источники загрязнения поверхностных вод

Диффузные источники загрязнения: взвешенные вещества, удобрения, пестициды, нефтепродукты, тяжелые металлы, смываемые ливневыми и талыми водами с полей, а также с городских территорий.

Жидкие полезные ископаемые и сопутствующие вещества: нефть и рассолы из глубинных горизонтов, шахтные и рудничные сточные воды.

Объекты водопользования, что включает загрязнение водоемов водным транспортом, лесосплавом, добычей полезных ископаемых в акваториях.

Загрязнения, поступающие **ИЗ атмосферы** в результате их осаждения и вымывания атмосферными осадками (иногда до 15%).

Образование загрязняющих веществ непосредственно в водоемах, что чаще всего бывает связано с созданием водохранилищ (усиленное развитие фитопланктона, в т.ч. сине-зеленых водорослей, выделяющих токсичные вещества).

Основные источники загрязнения подземных вод:

- промышленные площадки предприятий,
- места хранения и транспортировки промышленной продукции и отходов производства,
- места аккумуляции коммунальных и бытовых отходов,
- сельскохозяйственные объекты и угодья,
- участки инфильтрации загрязненных атмосферных осадков,
- буровые скважины.



Основные источники загрязнения подземных вод

Промышленные площадки предприятий, связанные получением или использованием в качестве сырья веществ, способных мигрировать с подземными водами.

Места хранения и транспортировки промышленной продукции и отходов производства.

Предприятия горнодобывающей, металлургической и химической промышленности (шлако-и шламонакопители, скопления "хвостов" обогащения руд, пруды-накопители и отстойники сточных вод).

Крупномасштабное загрязнение подземных вод нефтепродуктами в результате их утечек или преднамеренного слива на нефтебазах и в бензохранилищах .

Основные источники загрязнения подземных вод

Места аккумуляции коммунальных и бытовых отходов

Свалки, выгребные ямы, необорудованные гидроизолирующей и системами сбора, удаления и обезвреживания фильтрующихся и конденсирующихся вод.

Кладбища, могильники, поля орошения, фильтрации и ассенизации на участках, сложенных проницаемыми породами.

Сельскохозяйственные объекты и угодья, где хранятся или применяются удобрения и пестициды, имеются скопления навоза.

Участки инфильтрации загрязненных атмосферных осадков.

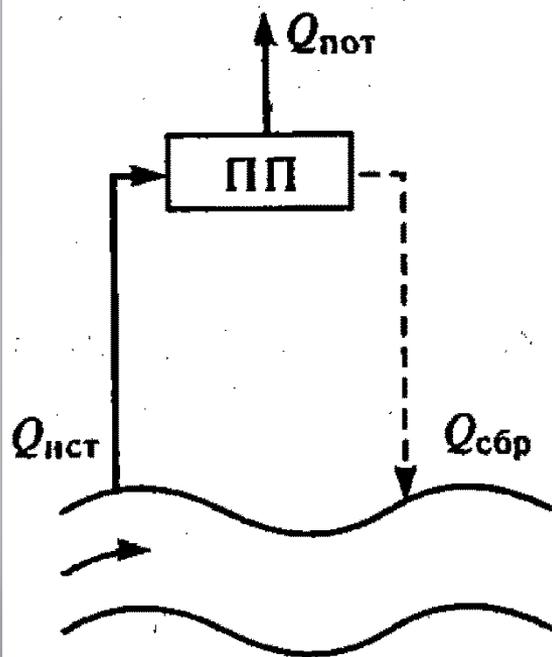
Влияют на формирование фоновых уровней концентрации загрязняющих веществ.

Буровые скважины, нарушающие целостность водоупоров.

Основные направления повышения эффективности использования водных ресурсов

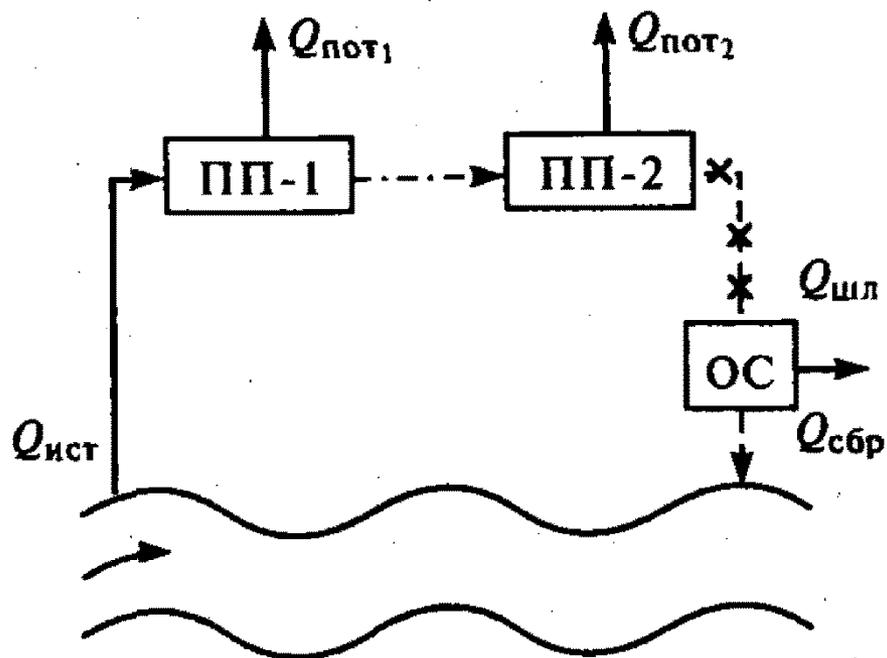
1. Совершенствование системы управления водными ресурсами .
2. Совершенствование технологий водопотребления и водораспределения, снижения водоёмкости производства и внедрение оборотных систем и безводных технологий, более точное регулирование водного режима орошаемых земель, экономия непроизводительных затрат воды, борьба с испарением и фильтрацией. Регулирование стока водохранилищами и его территориальное перераспределение.
3. Использование и восполнение подземных вод, опреснение коллекторных, грунтовых, шахтных и морских вод.
4. Стимулирование осадков в засушливых районах.
5. Инженерное преобразование водосборов в целях регулирования стока (создание лиманов и водохранилищ на местном стоке).

Прямоточное водоснабжение



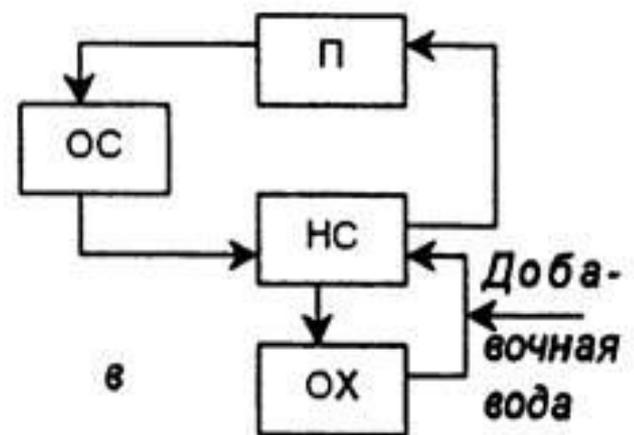
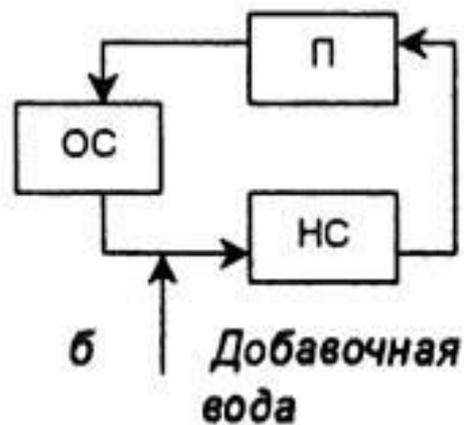
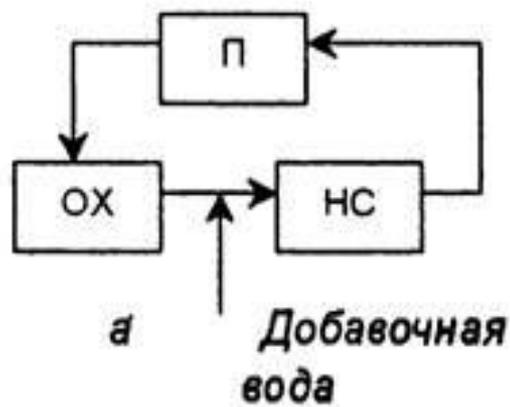
— 1
- - - 2

Последовательное водоснабжение



- * * - 3
- - - - 4

1 — вода свежая, чистая, ненагретая; 2 — сточная вода, нагретая; 3 — то же, нагретая и загрязненная; 4 — то же, очищенная; ПП, ПП-1 и ПП-2 — промышленные предприятия; ОС — очистные сооружения; $Q_{ист}$ — вода, подаваемая из источника на производственные нужды; $Q_{пот}$, $Q_{пот.1}$, $Q_{пот.2}$ — вода, безвозвратно потребляемая на промышленных предприятиях; $Q_{шл}$ — вода, удаляемая со шламом; $Q_{сбр}$ — вода, сбрасываемая в водоем



Схемы оборотного водоснабжения: *а* — с охлаждением воды; *б* — с очисткой воды; *в* — с очисткой и охлаждением воды; П — производство; НС — насосная станция; ОХ — охлаждение воды; ОС — очистка сточной воды

Меры по защите водных объектов от промышленных загрязнений :

- применение безводных и маловодных технологий, замкнутых циклов водоснабжения;
- предотвращение или снижение загрязнения воды, забираемой из природных источников;
- очистка сточных вод.





Оборотная (замкнутая) система промышленного водоснабжения (АКВАПРОФИ-НН)

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД



Классификация методов очистки промышленных сточных вод

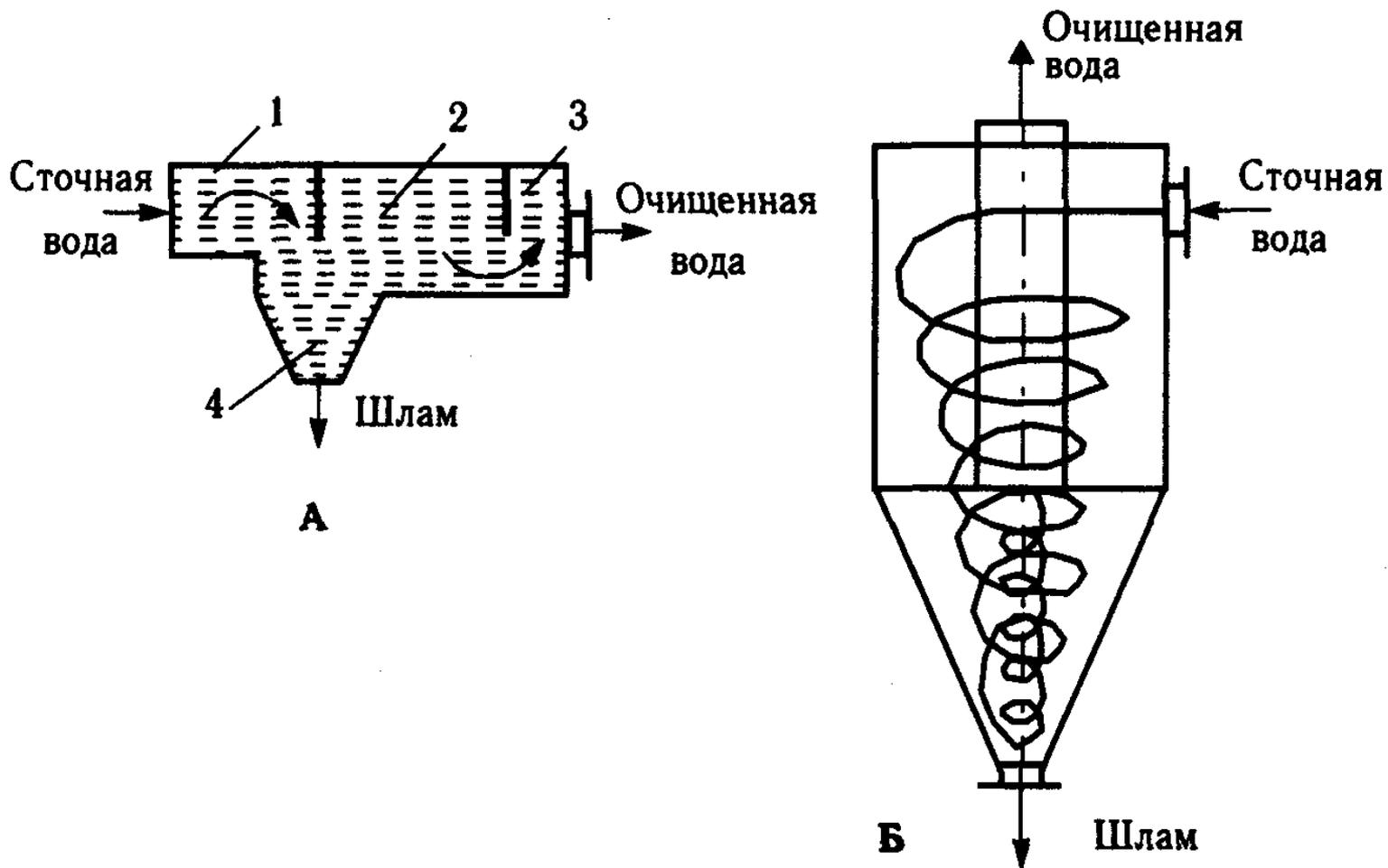
Рекуперационные методы очистки вод предусматривают извлечение из сточных вод ценных веществ и дальнейшую их переработку.

Рекуперация – возвращение части материалов или энергии для повторного использования в том же технологическом процессе.

При **деструктивных методах** вещества, загрязняющие воду, подвергают разрушению путем окисления или восстановления. Продукты разрушения удаляют из воды в виде газов или осадков.

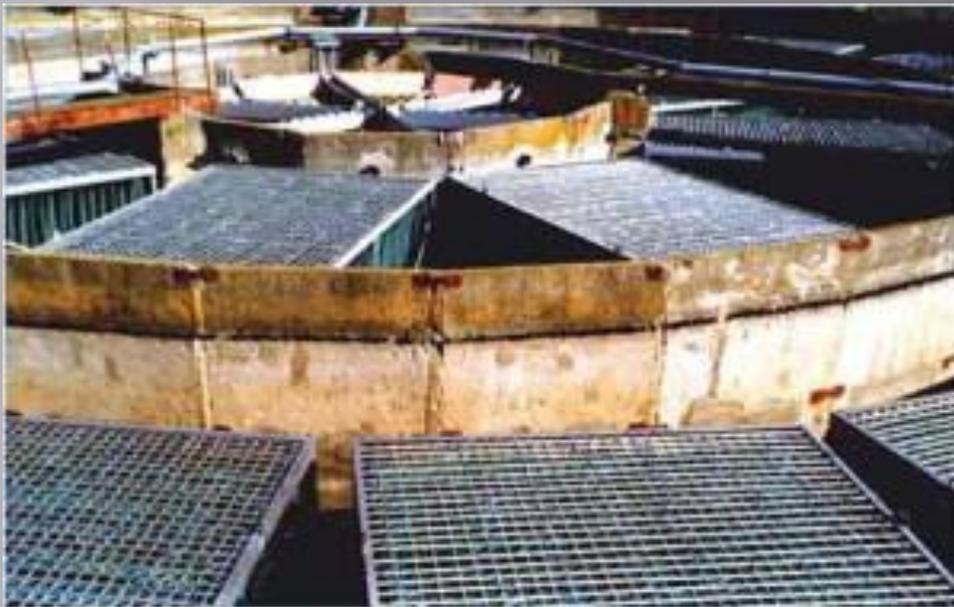


Механические способы очистки сточных вод: процеживание, фильтрация, отстаивание



Аппараты механической очистки сточных вод:

А -горизонтальный отстойник: 1 - входной поток, 2 - отстойная камера, 3 - выходной поток, 4 - приемник; Б – напорный гидроциклон



Решётки для механической очистки сточных вод





Фильтр барабанный шнековый

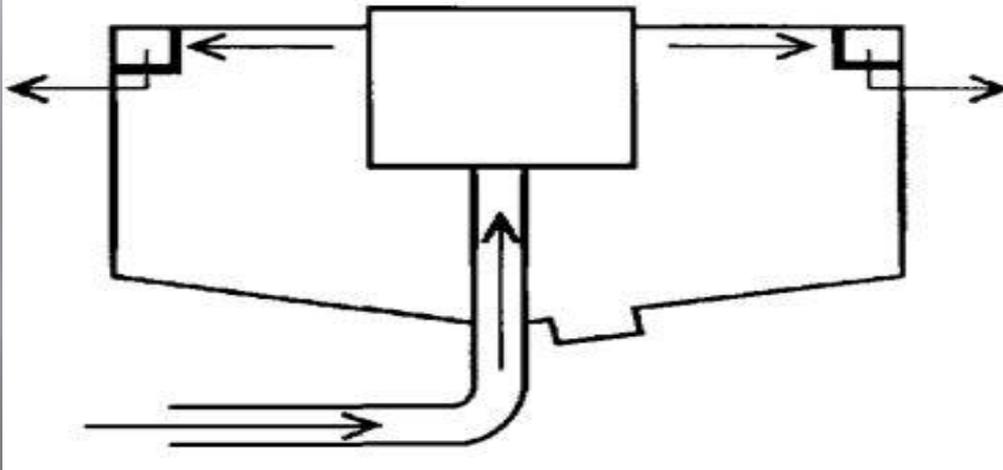




Горизонтальная песколовка

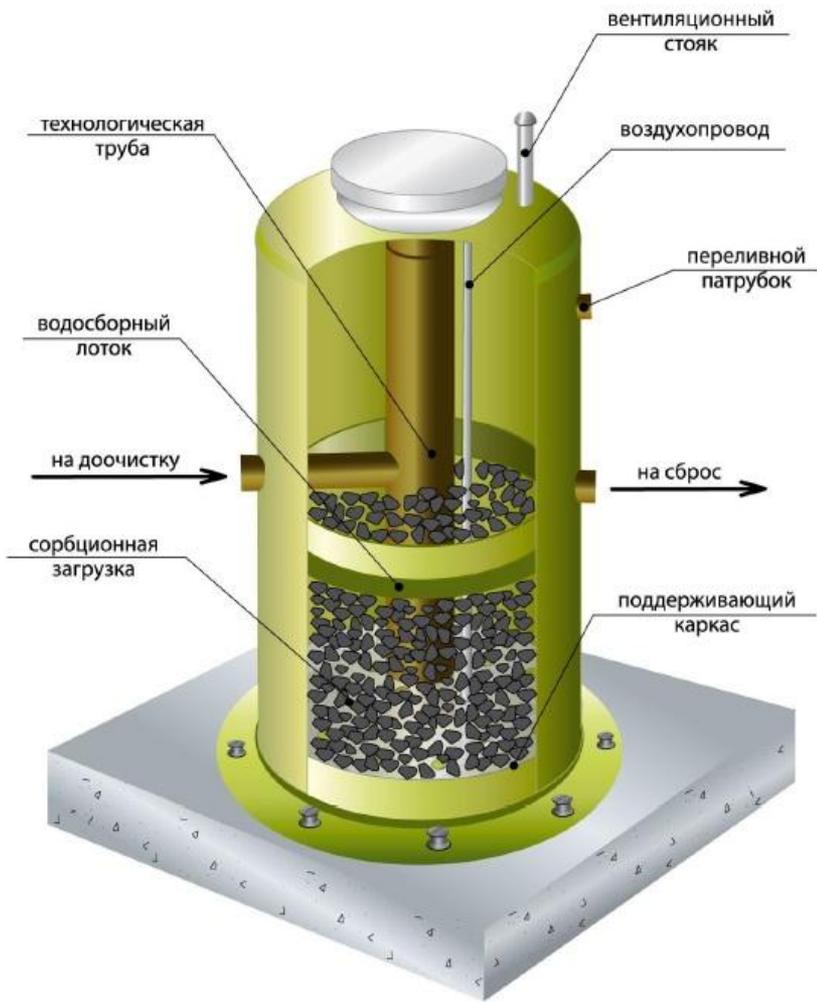


Вертикальная песколовка



Радиальный отстойник для очистки сточных вод

Схема радиального отстойника и направление движения в нём потока сточных вод



Сорбционный фильтр для очистки сточных вод



Песчаный фильтр для очистки сточных вод

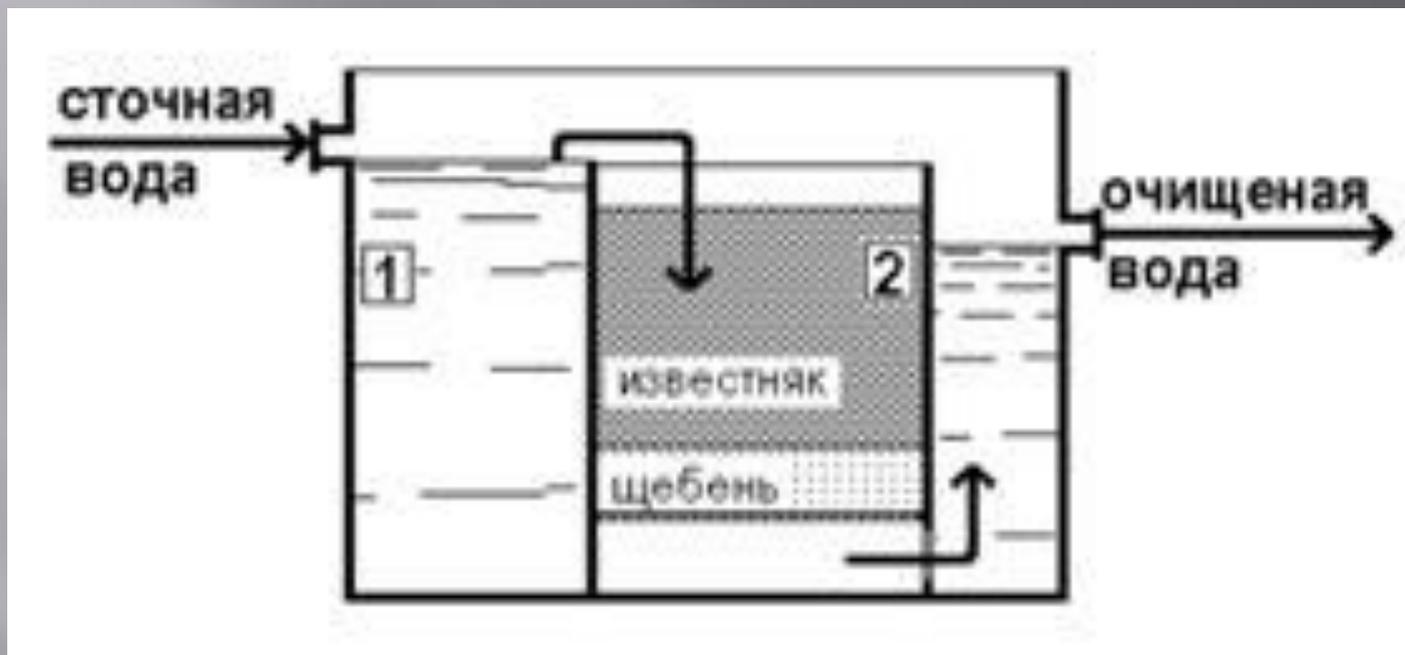
Химические способы очистки сточных вод: нейтрализация, окисление и восстановление

Основные реагенты при промышленной химической очистке сточных вод:

- окислители – хлор (Cl_2), перманганат калия (KMnO_4), озон (O_3);
- щелочи – известь (CaO – негашёная, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – гашёная), сода (NaHCO_3), гидроксид натрия (NaOH);
- кислоты – серная (H_2SO_4), соляная (HCl).



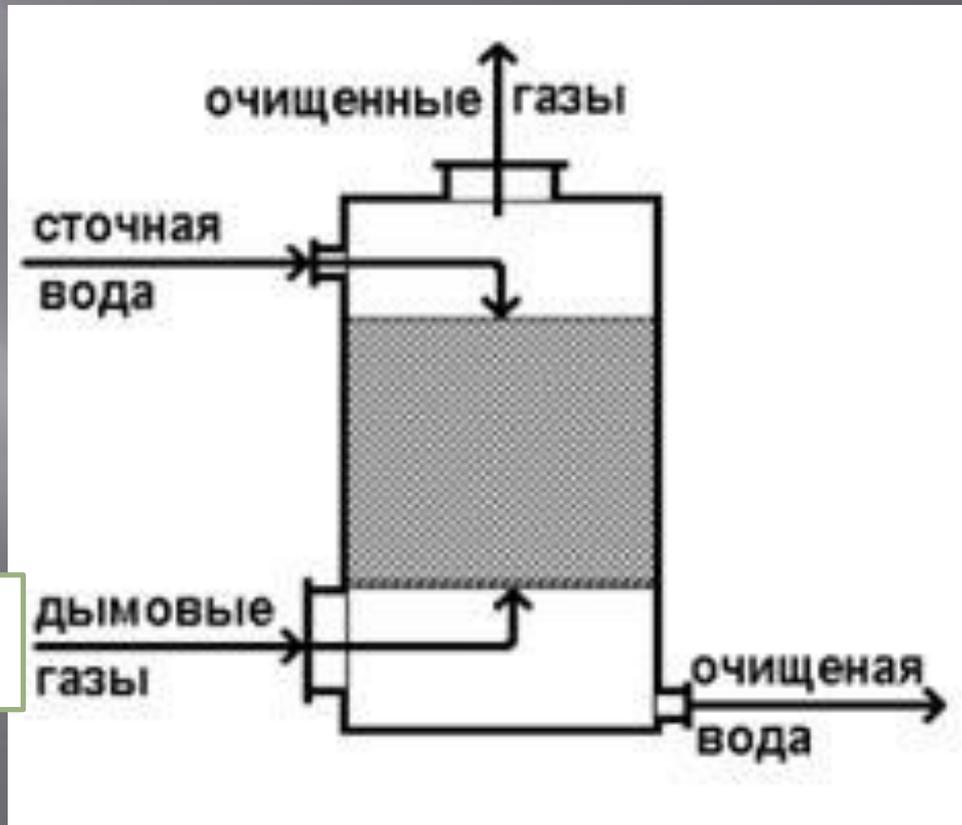
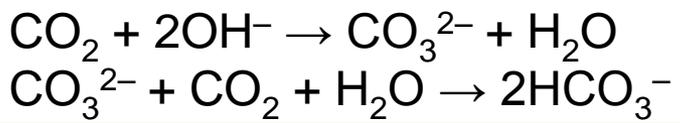
Нейтрализация сточных вод



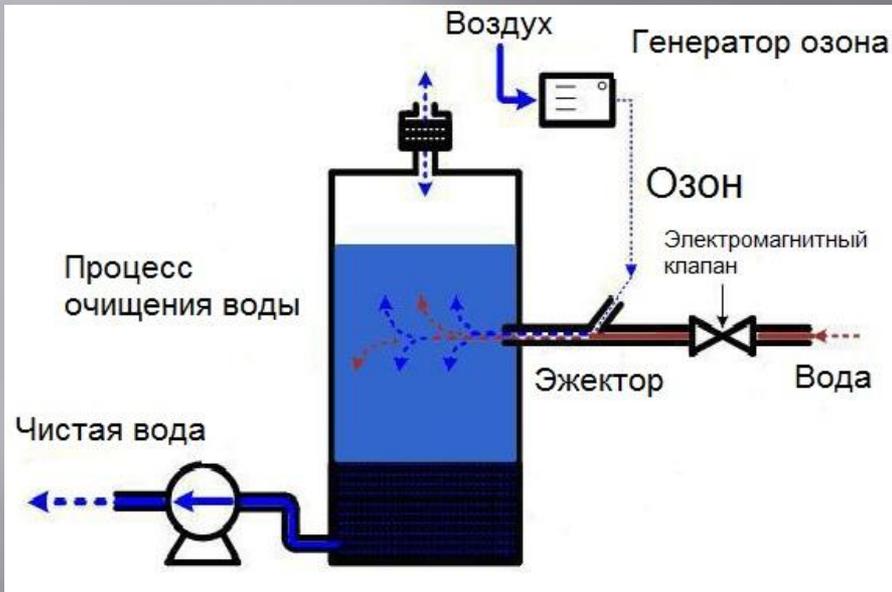
Нейтрализация кислых сточных вод:

1 – приёмная камера;

2 – фильтровальная камера



Нейтрализация щелочных сточных вод дымовыми газами

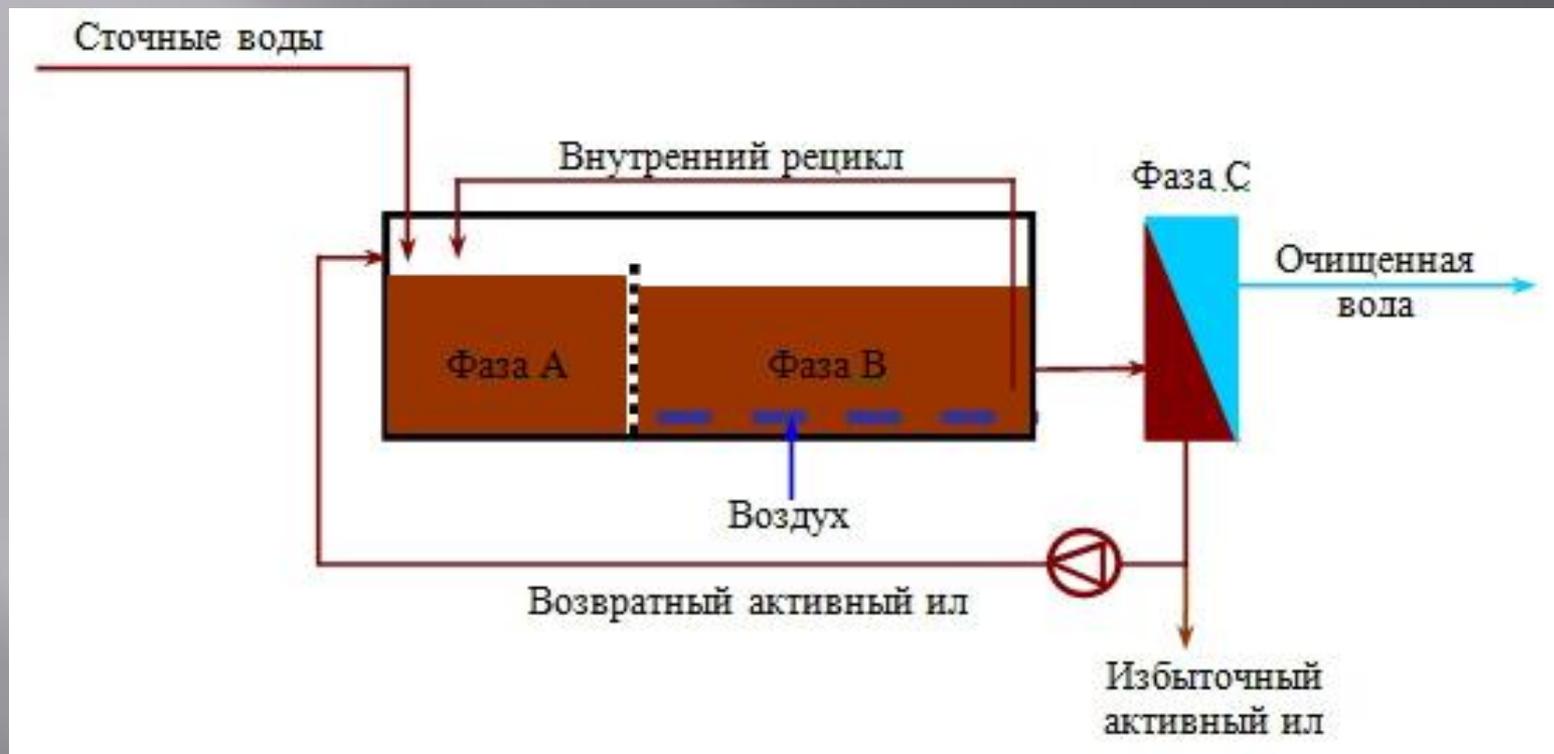


Принцип работы озонаторного оборудования



Генераторы озона для озонирования воды

Биологическая очистка сточных вод. По типам микроорганизмов, участвующих в переработке загрязнителей стоков, выделяют два процесса: окислительный (аэробный) и восстановительный (анаэробный).



Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод в мембранном биореакторе:

- фаза А – анаэробная зона (зона перемешивания сточных вод);
- фаза В – аэробная зона (зона аэрации);
- фаза С – ультратонкое механическое разделение иловой смеси.

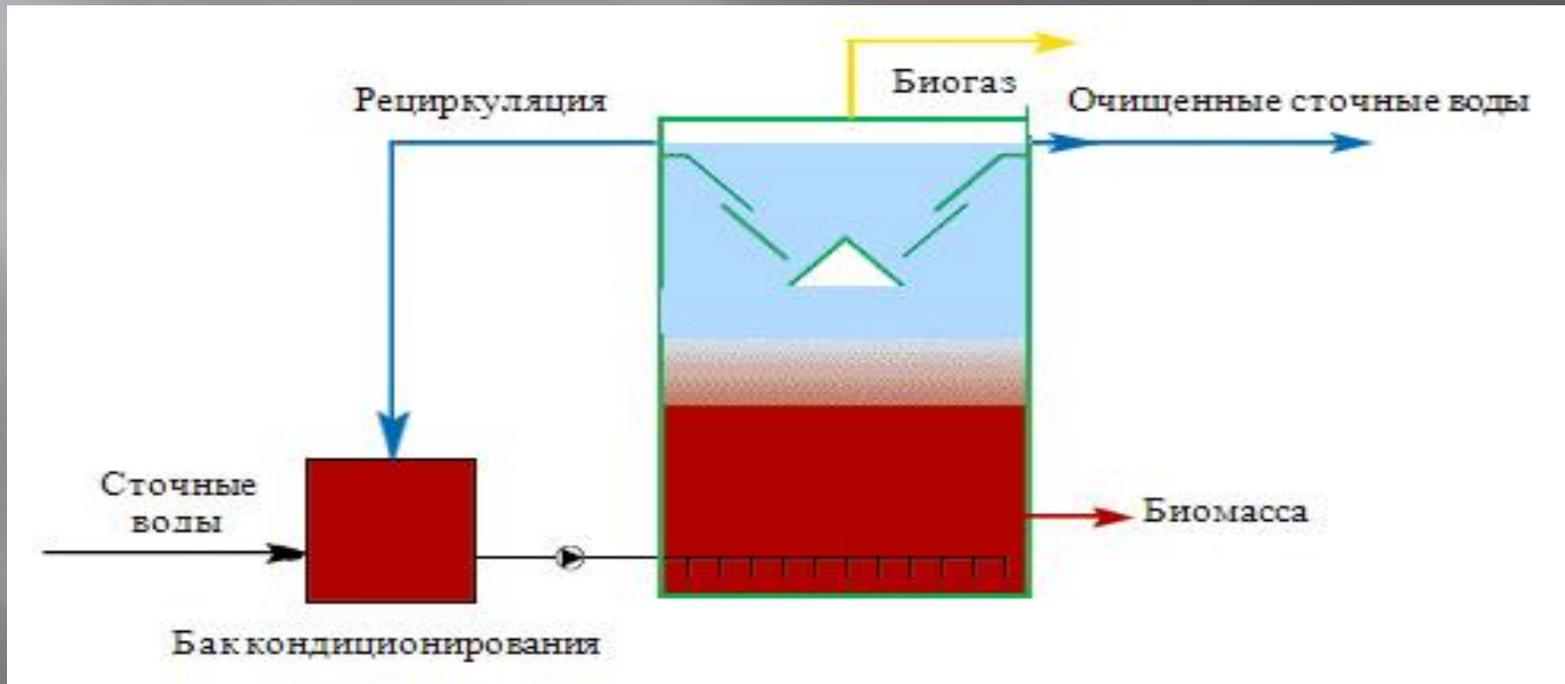
Анаэробные биореакторы



UASB-реактор



EGSB-реактор



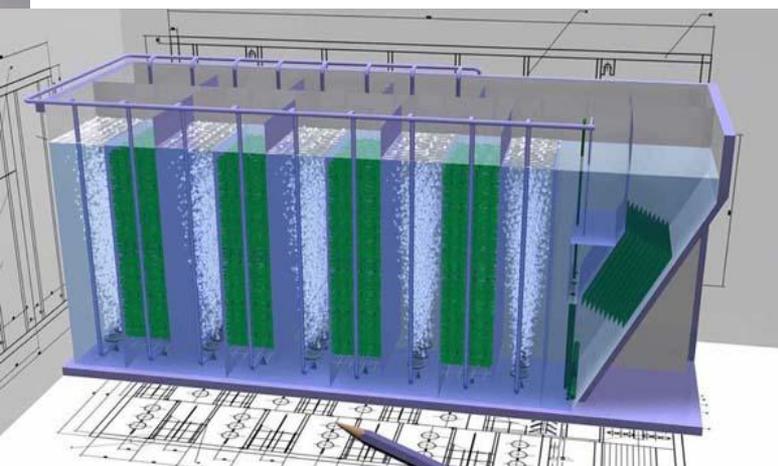
Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод анаэробным методом

Анаэробный
биореактор



Аэротенк

Вторичный
отстойник



Устройство аэротенка



Активный ил

Физико-химические способы очистки сточных вод: коагуляция, флотация, сорбция, ионный обмен, гиперфльтрация, электрохимическая очистка, экстракция, эвапорация



Коагуляция и флокуляция



Емкостной реактор (реакционная емкость) для процессов коагуляции и флокуляции



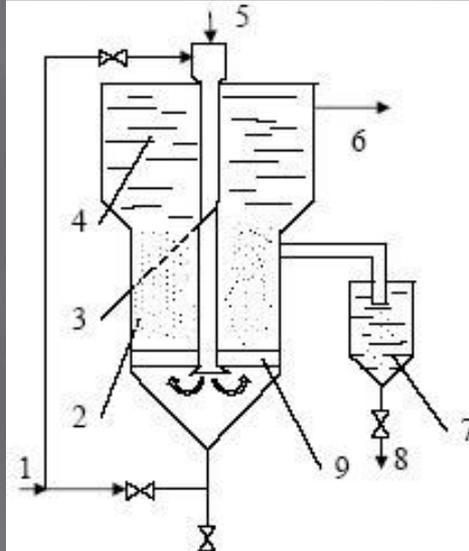
Флотация сточных вод



Пенный слой флотации



Сорбционная очистка сточных вод



- Цилиндрический одноярусный адсорбер:
- 1 – подача воды;
 - 2 – цилиндрическая колонна;
 - 3 – центральная труба с диффузором;
 - 4 – загрузка;
 - 5 – подача сорбента;
 - 6 – выпуск обработанной сточной воды;
 - 7 – сгуститель сорбента;
 - 8 – выпуск отработанного сорбента;
 - 9 – распределительная решетка



Ионнообменные фильтры
для очистки сточных вод



Картридж ионообменной очистки
"АНТИЖЕЛЕЗО".



Установка ультраfiltrации на полволоконных мембранах

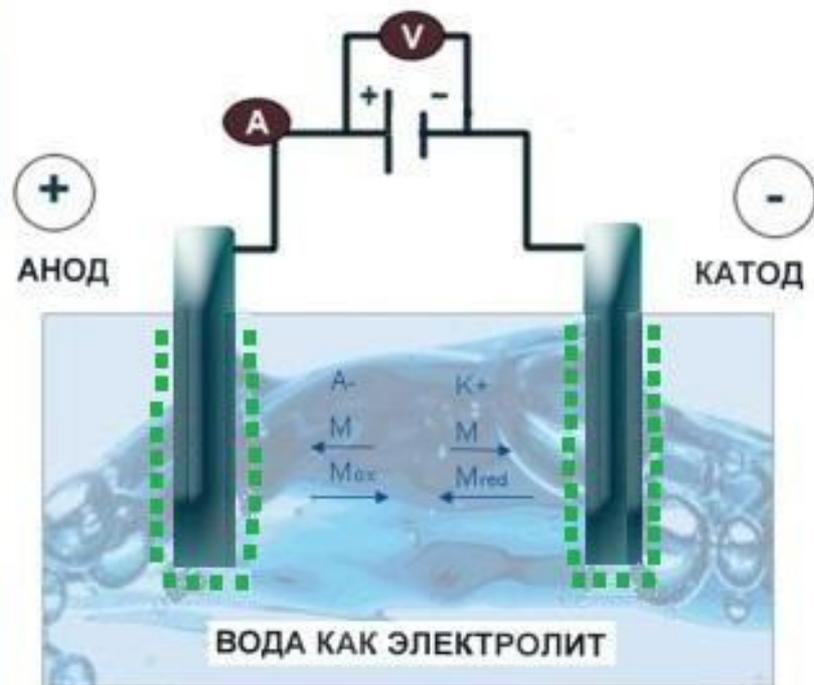
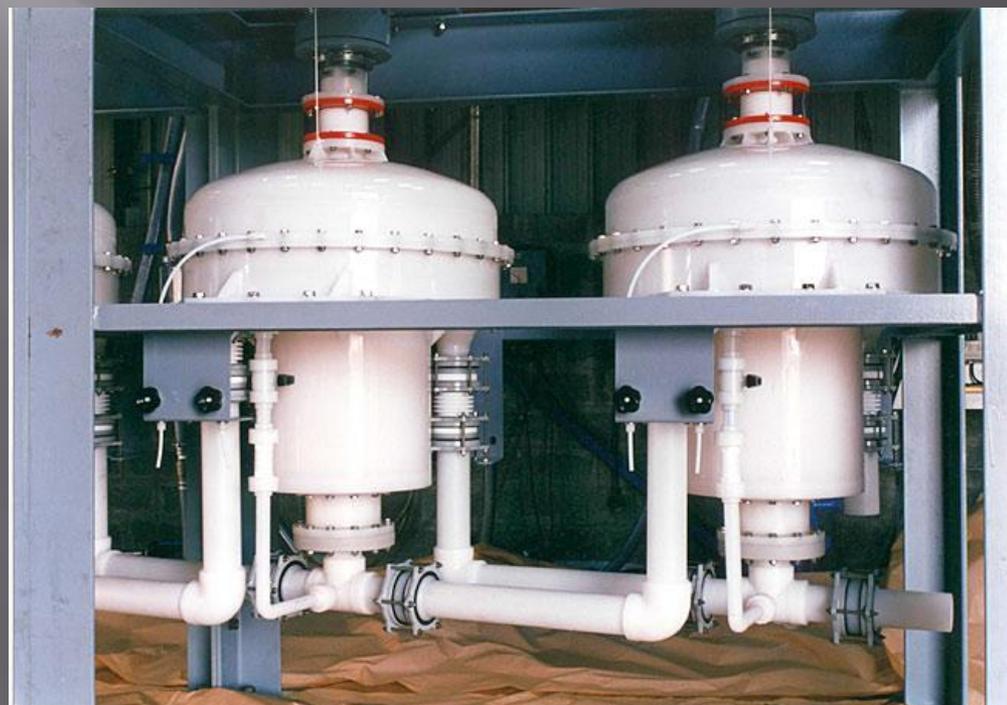
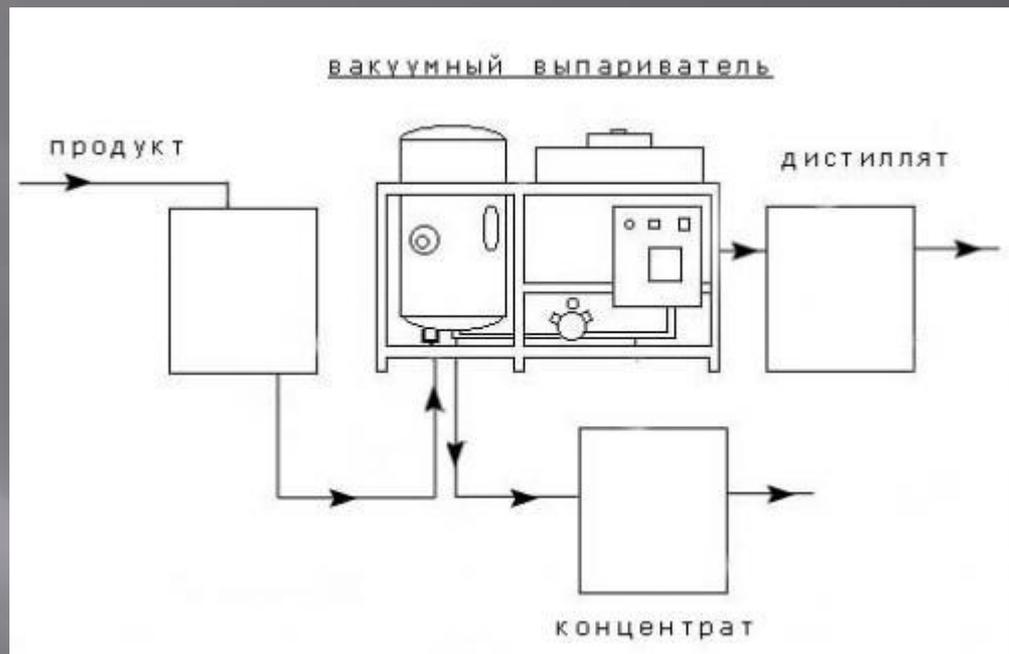


Схема очистки сточных вод электролизом



Экстракторы



Вакуумные выпарные установки