

# *Тема 4. Охрана водных ресурсов*

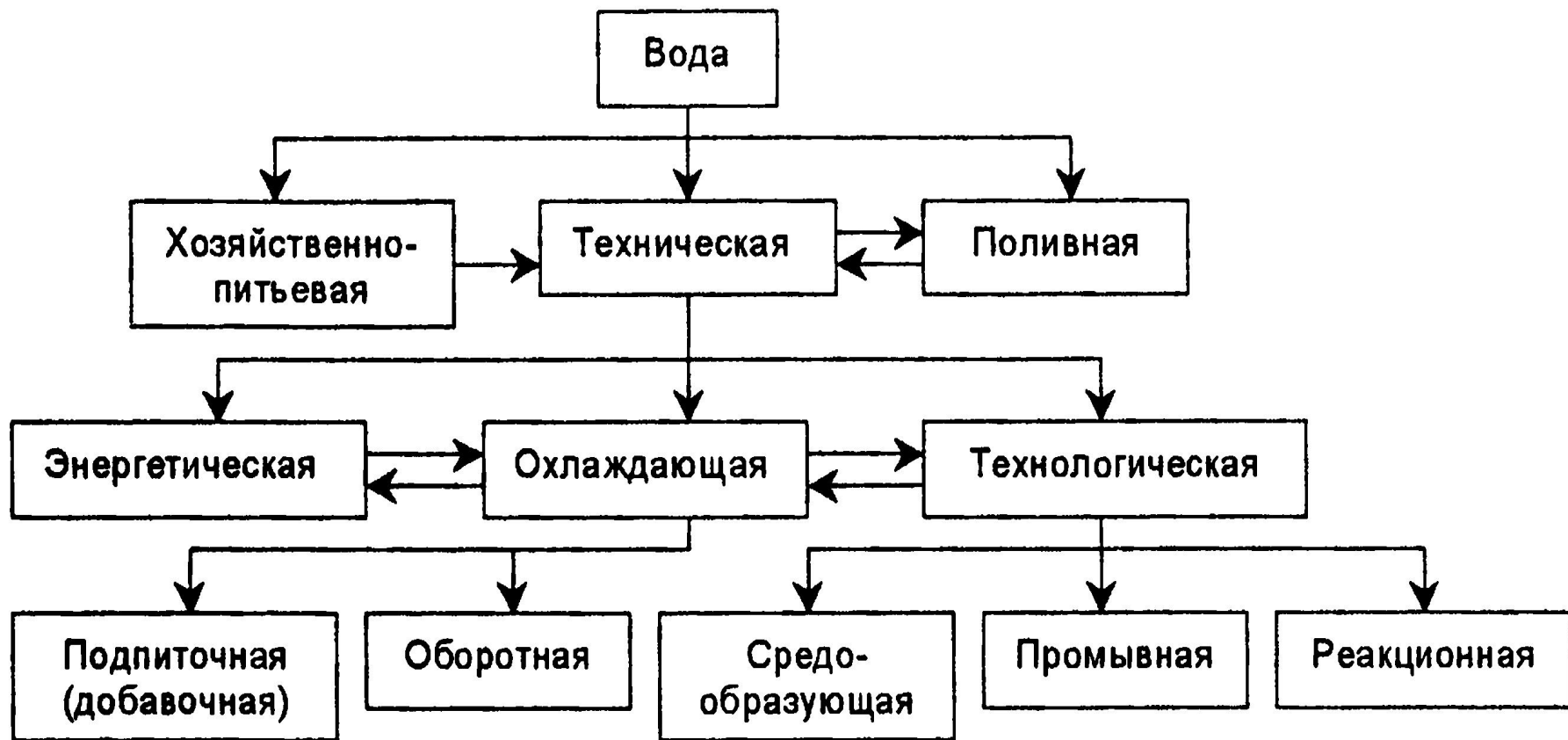
План.

1. Классификация вод по целевому назначению.  
Пути использования на производстве
- 2.оборотные и замкнутые системы водоснабжения промышленных предприятий.
3. Возможности повторного использования сточных вод

# Литература

- Радкевич М.В. Охрана природы. Ташкент: ТИИИМСХ, 2019. – 320 с.
- Einschlag F.S.G., Carlos L.(eds.) Waste Water: Treatment Technologies and Recent Analytical Developments. InTeOp, 2013. - 204 p.
- Londong Ing. J. Hentze Abwasserbehandlung. Weiterbildnes Studium Wasser und Umwelt Unterrichtsmaterialen. 5. Auflage. Bauhaus-Universitaet Weimar. 2013. 496 S.
- Водоподготовка: Справочник. /Под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С.Е. Беликова. М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
- Технический справочник по обработке воды (Memento technique de l'eau. Dixieme edition): в 2 т. Т. 1 пер. с фр. — СПб.: Новый журнал, 2007.
- Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. Очистка сточных вод. М.: Мир, 2009. – 480 с.

# Классификация вод по целевому назначению



# Количество и характеристика сточных вод отдельных производств

Производство	Количество сточных вод, м <sup>3</sup> /т продукции	Загрязняющие вещества	Концентрация, кг/м <sup>3</sup>
Аммиака: после медно-аммиачной очистки с газовым конденсатом	0,17 1,17	Аммиак Медь Бикарбонат натрия Аммиак Метанол и формальдегид Диоксид углерода	0,5 1,0 До 1,0 0,8 0,10 0,16
Азотной кислоты (после продувки котлов-утилизаторов)	0,06	Сульфат кальция	3,0
Аммиачной селитры (после ионообменного обессоливания воды)	0,08	Хлорид кальция Хлорид магния Хлорид натрия	2,62 1,56 5,46
Карбамида (с конденсатором сокового пара)	0,45	Аммиак Карбамид	0,1 1,0
Метанола (кубовый остаток после установок ректификации)	1,0	Метанол	2,0
Кальцинированной соды	8,0—10	Взвешенные частицы Хлорид кальция Сульфат кальция Хлорид натрия Гидроксид аммония	20—24 110—120 0,70-0,80 50—60 0,10—0,12
Двойного суперфосфата: после упаривания фосфорной кислоты после грануляции	0,06—0,08 0,08—0,12	Кремнефтористоводородная кислота Фосфорная кислота Сульфат кальция Взвешенные частицы Фосфорная кислота Кремнефтористоводородная кислота	0,10 0,5—0,6 60—70 35—40 3—4 23—25

# Пути уменьшения количества загрязненных сточных вод

разработка и внедрение безводных  
технологических процессов;

усовершенствование существующих процессов;

разработка и внедрение совершенного  
оборудования;

внедрение аппаратов воздушного охлаждения;

повторное использование очищенных сточных  
вод в оборотных и замкнутых системах.

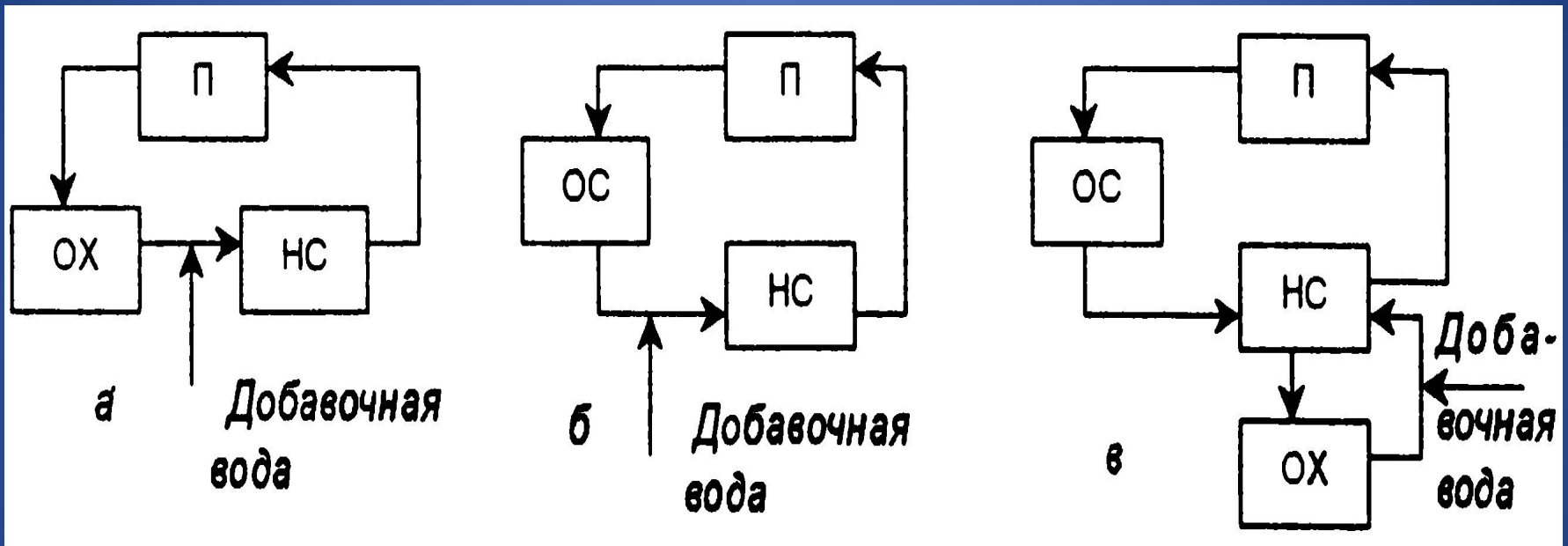
# Вода может быть предназначена

— только для одной производственной задачи:

- в открытой системе водоснабжения, или в прямоточной системе;
- в системе оборотного водоснабжения с ухудшением качества воды или без такового (возможно применение термина «система рециркуляции»);

— для двух различных производственных задач в системах повторного или последовательного (каскадного) водоснабжения.

# 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

# Замкнутые водооборотные системы характеризуются критерием кратности использования воды

$$П = \frac{Q_{исп}}{Q_3}$$

Где –  $Q_{исп}$  общий объем воды,  $m^3$ , потребляемый предприятием в час, либо на 1 тонну сырья или продукции;

$Q_3$  - забор свежей воды предприятием,  $m^3/ч$  ( $m^3/т$ ).

Чем больше кратность использования воды, тем совершеннее схема водоснабжения. В США в 1995 г критерий кратности был равен 7,5, в настоящее время приближается 22.

В России эти показатели равны соответственно 5,25 и 7



# Показатели эффективности использования воды в производстве

- процент оборота воды

$$P_{об} = Q_{об} / (Q_{об} + Q_{и}),$$

- коэффициент использования воды

$$K_{и} = (Q_{и} - Q_{сб}) / Q_{и} \leq 1,$$

- кратность использования воды

$$n = (Q_{сб} + Q_{и} + Q_{о}) / (Q_{и} + Q_{с}) > 1$$

- безвозвратное потребление воды и ее потери в производстве (в %)

$$K_{п} = [(Q_{и} - Q_{сб}) / (Q_{об} + Q_{и})] \cdot 100,$$

Необходимое количество воды для подпитки определяется из материального баланса оборотной системы:

$$Q_{ун} + Q_{сб} + Q_{ф} + Q_{пр п} + Q_{исп} = Q_{п},$$

Допустимое содержание солей в подпитывающей воде определяется из материального баланса по солям:

$$Q_{п} c_{п} = (Q_{ун} + Q_{сб} + Q_{ф} + Q_{пр п}) c_{об},$$
$$c_{п} = c_{об} (Q_{ун} + Q_{сб} + Q_{ф} + Q_{пр п}) / Q_{п}.$$

где  $c_{п}$  — содержание солей в подпитывающей воде;  $c_{об}$  — общее содержание солей, удаляемое из системы с потерями воды.

# Требования к качеству воды в охлаждающей системе оборотного водоснабжения

Показатель	Рекомендуемые нормы для промышленности		
	азотной	хлорной	нефтехимической
Температура, °С	28—30	25—30	До 28
Жесткость, экв/м <sup>3</sup> :			
Общая	1,5—2,5	5,5	До 15
Карбонатная	1,5—2,5	3	До 2,5
Общее солесодержание, г/м <sup>3</sup>	1200	800—1200	
Щелочность, экв/м <sup>3</sup>	—	2—4	3,5—4
Окисляемость перманганатная (на O <sub>2</sub> ), г/м <sup>3</sup>	15	8—10	До 15
ХПК (на O <sub>2</sub> ), г/м <sup>3</sup>	—	70	
Содержание, г/м <sup>3</sup> :			
Взвешенных частиц	20—30	10—20	До 30
Масла и смолообразующих веществ	0,3	0	—
ПАВ	0	0	—
Хлоридов (Cl <sup>-</sup> )	До 350	150—300	350
Сульфатов (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	500	350—500	500
Фосфатов (на PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	6	1,5—9	—
Соединений азота (на NH <sub>3</sub> )	2,4	0,12—2,4	—
Ионов тяжелых металлов	—	0	0,5
Растворенного кислорода (на O <sub>2</sub> )	—	6—8	—
Остаточного активного хлора	—	До 1,0	—
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	7-8,5

Удельные расходы воды и объемы сточных вод для некоторых производств химической и нефтехимической промышленности (в м<sup>3</sup> на 1 т продукции)

Вид продукции	Оборотная и последовательно используемая вода	Свежая вода из источника	Всего	Безвозвратное потребление и потери воды	Сточная вода
Сложные удобрения	47	5	52	2,1	2,9
Азотные удобрения	57,3	4,3	61,6	3,4	0,9
Химические средства защиты растений	290	2	292	1,25	0,75
Сода					
Кальцинированная	120	5	125	3	15,2
Каустическая (известковый способ)	122	1,5	123,5	1,5	0
Серная кислота	72	5	77	2	3
Синтетические волокна	2300	290	2590	95	195
Поликарбонатные и полиформальдегидные смолы	1028	50	1078	39	11
Нефтехимические производства (на 1 т нефти)	51	1,4	52,4	1,1	0,3

# Замкнутые системы водоснабжения и принципы их организации

Замкнутые системы водоснабжения  
промышленных предприятий.

Основные принципы создания замкнутых  
систем водоснабжения.

Основные методы очистки сточных вод.

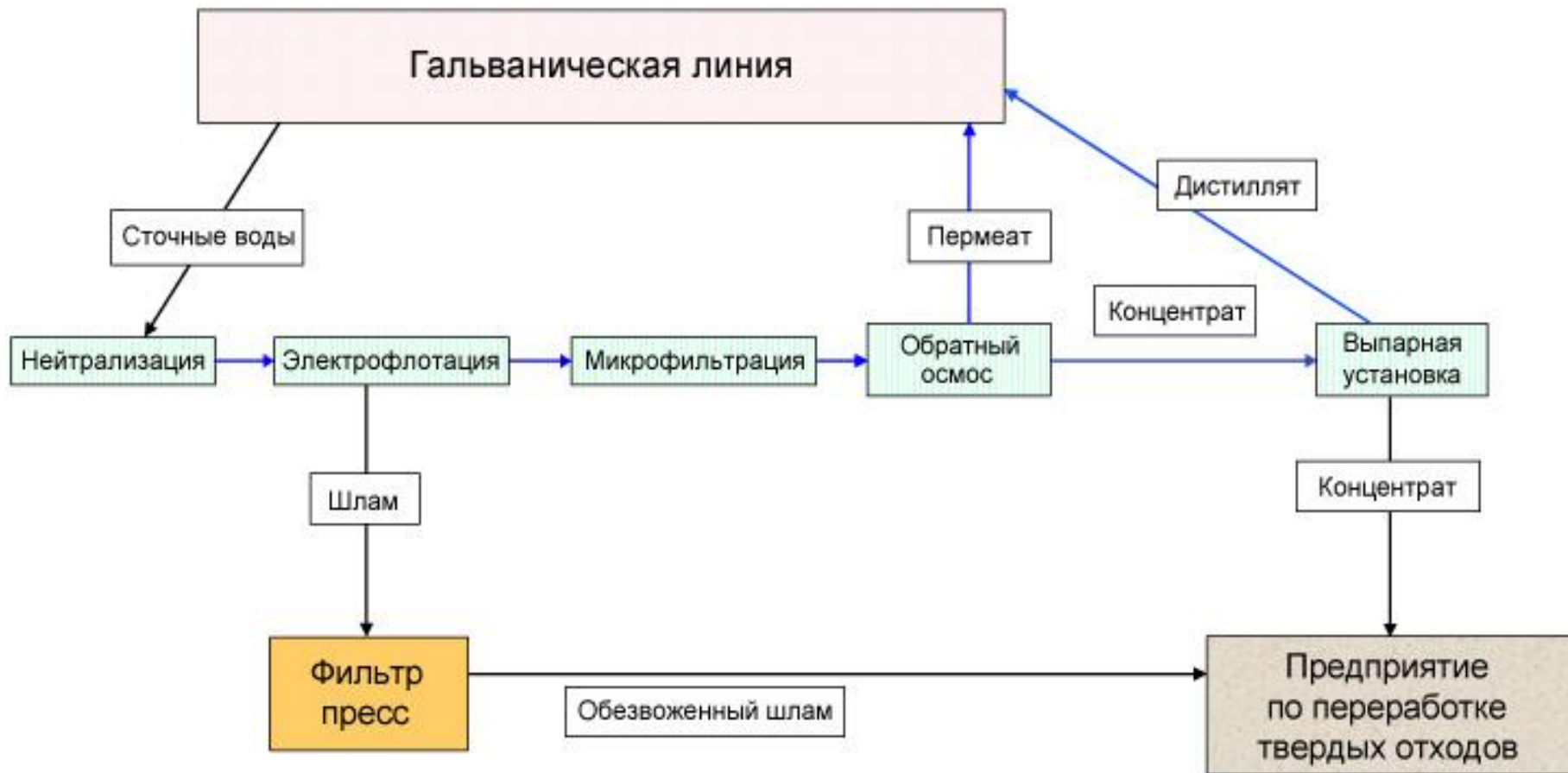
Под замкнутой системой водного хозяйства территориально-промышленного комплекса, района или центра понимается система, включающая использование поверхностных вод, очищенных промышленных и городских сточных вод на промышленных предприятиях, на сельскохозяйственных полях для орошения при выращивании сельскохозяйственных культур, для полива лесных угодий, для поддержания объема (уровня) воды водоемов, исключающих образование каких-либо отходов и сброс сточных вод в водоем.

# Основные методы очистки сточных вод





# Система оборотного водоснабжения предприятия с гальваническим участком

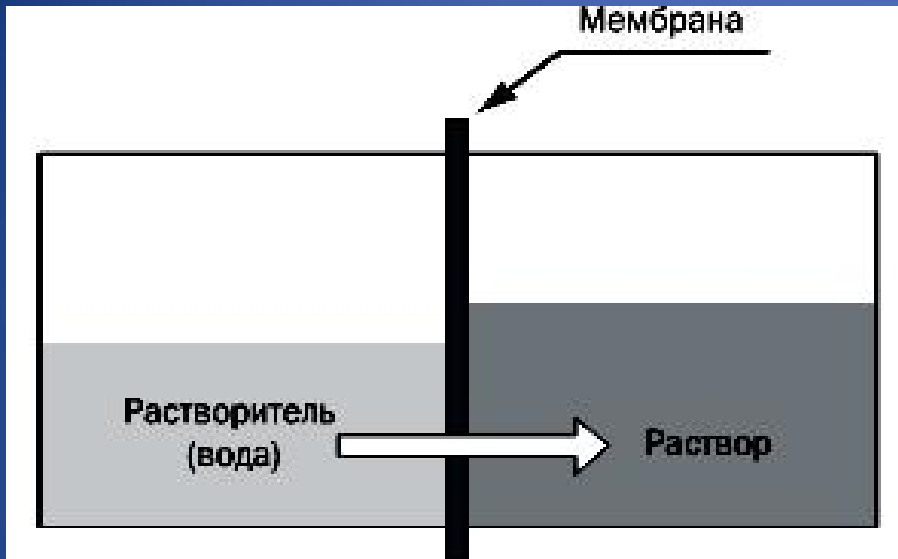




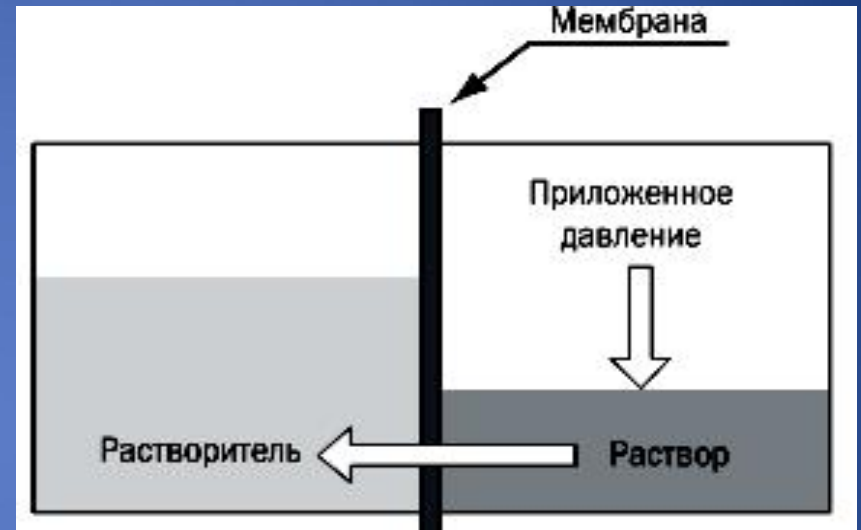
# Основы организации системы оборотного водоснабжения

- Проектирование систем оборотного водоснабжения предприятий различных отраслей промышленности необходимо начинать с экологического аудита производственных процессов для минимизации водопотребления;
- Организацию оборотного водоснабжения предприятий необходимо комбинировать с организацией малоотходного и безотходного производства с максимальной утилизацией ценных компонентов;
- Потоки сточных вод предприятий следует разделять по типу загрязняющих веществ, а также их концентрации для локальной очистки каждого типа сточных вод;
- Для производственных процессов с относительно высоким уровнем водопотребления необходимо установить научно обоснованные нормативные требования к качеству технической воды;
- Системы оборотного водоснабжения следует комбинировать со станциями водоподготовки для дополнительного снижения капитальных и эксплуатационных затрат

# Мембранная очистка воды

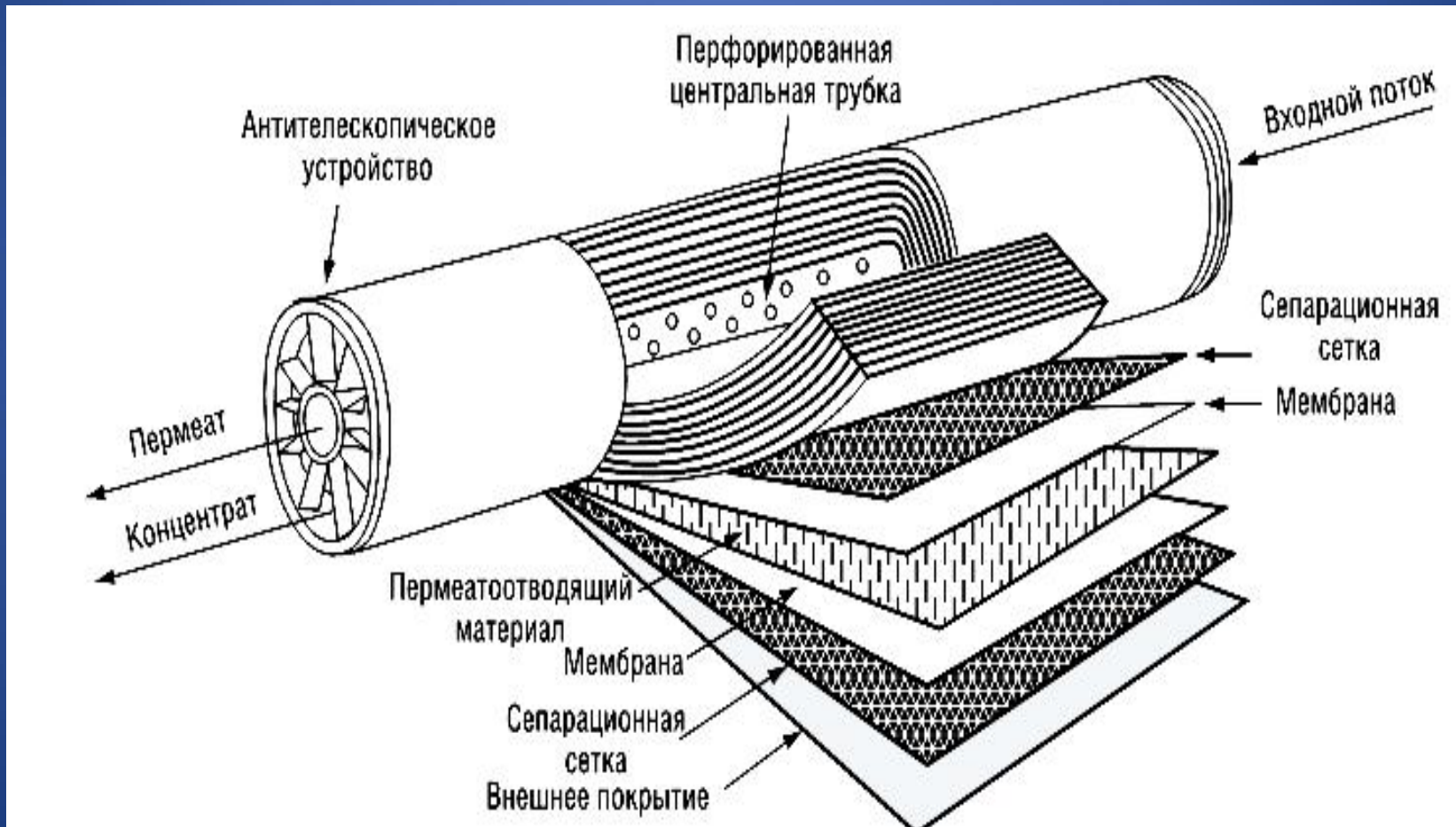


Осмоз. Система пытается прийти в равновесие путем переноса растворителя в раствор и разбавлением раствора. Поток направлен в сторону раствора



Обратный осмос

# Конструкция мембранного элемента



# Примеры международных норм, касающихся повторного использования городских сточных вод в сельском хозяйстве

Назначение воды	Ирригация в овощеводстве, полив спортивных площадок	Орошение пастбищ, полив парков	Ирригация полей для зерновых и технических культур
<p>Нормы качества</p> <p>Нормы штата Калифорния, США</p> <p>Критерии</p> <p>Требования к обработке</p>	<p>СТ &lt; 2,2 / (100 мл)*</p> <p>Мутность &lt; 2 NTU**</p> <p>Уничтожение вирусов</p> <p>Вторичная+осветление фильтрацией или ультрафильтрацией+обеззараживание</p>	<p>СТ &lt; 23 / (100 мл)</p> <p>Вторичная+обеззараживание</p>	<p>CF нет</p> <p>Вторичная</p>
<p>Нормы ЕРА92, Франция</p> <p>Критерии</p> <p>Требования к обработке</p>	<p>CF &lt; 1 / (100 мл)</p> <p>Cl<sub>2</sub> &gt; 1 мг/л</p> <p>Общий азот &lt; 2 мг/л</p> <p>Вторичная+фильтрация+обеззараживание</p>	<p>CF &lt; 200 / (100 мл)</p> <p>БПК &lt; 30 мг/л</p> <p>ВВ &lt; 30 мг/л</p> <p>Cl<sub>2</sub> &gt; 1 мг/л</p> <p>Вторичная+обеззараживание</p>	<p>CF &lt; 200 / (100 мл)</p> <p>БПК &lt; 30 мг/л</p> <p>Cl<sub>2</sub> &gt; 1 мг/л</p> <p>Вторичная+обеззараживание</p>
Нормы ВОЗ	<p>CF &lt; 1000 / (100 мл)</p> <p>ОН &lt; 1 ед./ л</p>	ОН < 1 ед./ л	ОН < 1 ед./ л
Нормы Израиля	<p>БПК &lt; 15 мг/л</p> <p>ВВ &lt; 15 мг/л</p> <p>СТ &lt; 2,8 / (100 мл)</p>	<p>БПК &lt; 60 мг/л</p> <p>ВВ &lt; 50 мг/л</p>	<p>БПК &lt; 35 мг/л</p> <p>ВВ &lt; 30 мг/л</p> <p>СТ &lt; 250 / (100 мл)</p>

# Повторное использование сточных вод в быту и городском хозяйстве

- частичное оборотное водоснабжение в пределах зданий. Такое техническое решение нашло множество воплощений в Японии (рекомендуется очистка мембранной фильтрацией с последующим химическим обеззараживанием);
- водоснабжение городских сетей для мойки (улиц, грузовиков, автобусов и т. п.), ирригации парков, а также противопожарной сети. Рекомендуется третичная очистка и обеззараживание очищенных сточных вод (осветление + обеззараживание, мембранный биореактор и др.);
- заполнение резервуара, служащего запасом исходной воды для питьевой водоподготовки;
- частичная закачка в подземные водоносные слои;
- создание подземных гидравлических барьеров, препятствующих поступлению морской воды в прибрежные водоносные слои.

# Нормы сброса стоков

Допускаемые концентрации тяжелых металлов в сточных водах, мг/л

Вещество	Величина	Вещество	Величина
Cr (VI)	0,1	Zn	5,0
Cr (III)	3,0	Fe	5,0
Cd	0,2	Al	5,0
Ni	5,0	Pb	1,0
Cu	2,0	Sn	2,0

# Задание на самостоятельную подготовку

- Написать конспект-схему по теме
- Подготовить вопросы к следующей теме