

**ВОДА И ЗДОРОВЬЕ.  
Методы улучшения  
качества воды.**

**Лектор профессор  
Лутай                      Галина  
Федоровна**

# **ВОДОИСТОЧНИКИ**

## **ПОДЗЕМНЫЕ**

1. Межпластовые напорные или артезианские воды.
2. Межпластовые ненапорные воды.
3. Грунтовые воды.

## **ПОВЕРХНОСТНЫЕ**

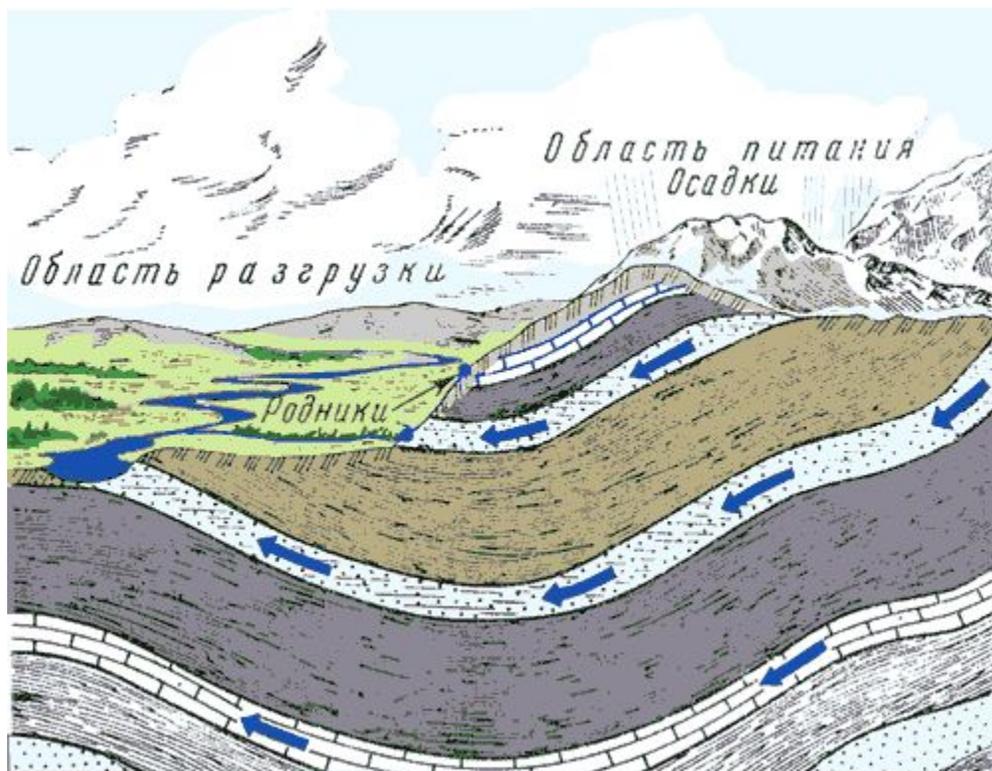
1. Реки.
2. Водоохранилища.
3. Озера.
4. Каналы.

## **АРТЕЗИАНСКИЕ ВОДЫ**

1. Глубина залегания – от 10 м до 1000 м и более.
2. Водоупорные ложе и кровля.
3. Постоянный состав.
4.  $T - 5-12^{\circ}C$ .
5. Прозрачны, бесцветны, без запахов и привкусов.
6. Отсутствие бактерий.
7. Минерализация – состав пород – воды м.б. жесткими, солеными, содержат F, Fe, H<sub>2</sub>S.
8. 70 химэлементов – Br, B, Be, Se, Sr.

# ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ

1. Глубина залегания – 1-2 – п10 м.
2. Отсутствие водоупорной защиты.
3. Непостоянный режим.
4. Прозрачны, незначительная цветность, невысокая или оптимальная минерализация.
5. Обогащенность взвешенными и органическими веществами.
6. Н – 5-6 м – свободны от бактериального загрязнения.
7. Зависимость от состава фильтрующих пород, количества осадков, санитарной ситуации.
8. Потенциальная опасность загрязнения микроорганизмами, минеральными удобрениями, пестицидами.



# ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ

## Общие свойства:

Низкая минерализация, ↑ взвешенных веществ, ↑ микробное загрязнение, техногенное загрязнение, зависимость качества от времени года, метеоусловий, санитарной ситуации.

## Частные свойства:

1. Цветение
2. ↑ цветность
3. ↑ мутность

## Бактериальная характеристика:

Бактериальное число – млн. титр  
кишечной палочки – n 10 тыс.,  
гельминты, патогенные  
микроорганизмы, простейшие.

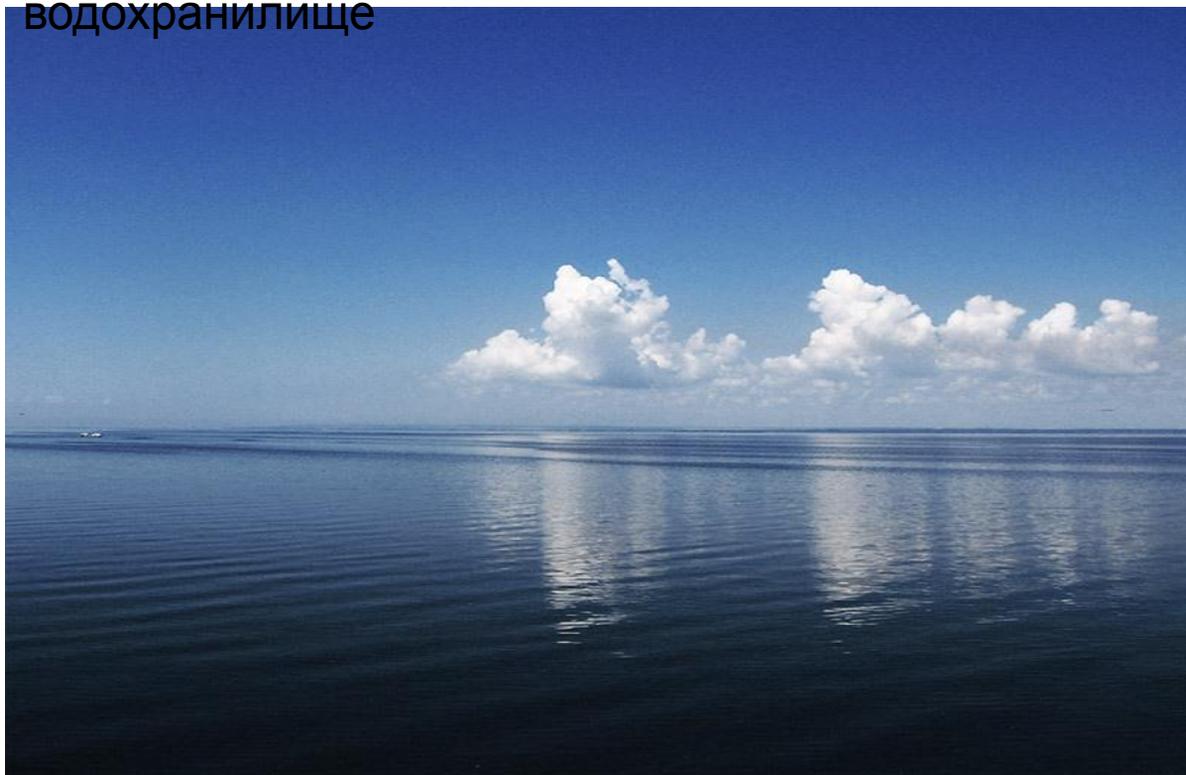
Река  
Волга



Канал имени  
Москвы



# Кубанское водохранилище



# Большое Алма-Атинское Озеро



## Цветущая вода озера Валенсия (Испания)



## Река Аму- Дарья



# ВОДА

Фактор  
жизнеобеспече  
ния

Показатель  
санитарного  
благополучи  
я

Фактор влияния  
на здоровье людей

Инфекционные  
и  
паразитарные  
болезни

Неинфекционны  
е  
болезни

Фактор  
риска

# ВОДА И ЗДОРОВЬЕ

Распространенность инфекционных заболеваний, передающихся через воду, чрезвычайно высока во всем мире. Так, число людей, страдающих малярией, составляет 800 млн., трахомой – 500 млн., шистосомозом – 200 млн., гастроэнтеритами – 400 млн. При этом ежегодно от гастроэнтеритов умирает 4 млн. детей и 18 млн. взрослых. В целом, от болезней, связанных с водой, страдает половина человечества – около 2 млрд. человек.

Наибольшее значение водный путь заражения имеет для гепатита А. Вирус гепатита А устойчив во внешней среде более, чем возбудители кишечных инфекций. Он выдерживает замораживание в течение 2-х лет, устойчив к дезинфекции и при кипячении погибает через 30-60 минут.

# ИНФЕКЦИОННЫЕ И ПАРАЗИТАРНЫЕ БОЛЕЗНИ

1. Кишечные инфекции: брюшной тиф, паратифы, дизентерия, холера, сальмонеллезы.
2. Зоонозы: туляремия, бруцеллез, сибирская язва.
3. Вирусные: полиомиелит, инфекционная желтуха, лихорадка КУ, вирусные гастроэнтериты.
4. Гельминтозы: дифиллоботриоз, шистосомоз, дранкулез, аскаридоз, описторхоз, филяриатоз.
5. Лептоспирозы: болезнь Васильева – Вейля, водная лихорадка.
6. Протозойные инфекции: амебная дизентерия, балантидиаз, лямблиоз.

# ГЕЛЬМИНТОЗЫ

## ШИСТОСОМОЗ

**Источник:** больные люди, дикие и домашние утки.

**Промежуточный хозяин:** моллюски-личинки.

**Проникновение :** через неповрежденную кожу и слизистые при купании.

**Клиника:** тяжелые поражения толстой кишки, мочеполовой системы, печени, Ц.Н.С., сенсibilизация, сильный зуд.

Наиболее известен «зуд купальщика» – шистосомозный дерматит.

Особенно тяжелы повторные заражения, возникают явления сенсibilизации. Длительность – от нескольких часов до 2-х недель.

## ФИЛЯРИАТОЗ

**Источник:** больные люди.

**Промежуточные хозяева:** переносчики -  
комары рода  
Culex, Aedes, Anopheles .

Филярии паразитируют в лимфатической и кровеносной системах и внутренних органах.

**Клиника:** лихорадка, отечность, застой лимфы – слоновость ног, лица, половых органов, может быть сепсис.

# ШистосоМО

3



# Филяриато

3



# **ПРОТОЗОЙНЫЕ ИНВАЗИИ**

## **ЛЕПТОСПИРОЗЫ**

### **-зоонозные инфекции.**

Источник – грызуны, иногда - крупный рогатый скот, загрязненные непроточные водоемы (озера, пруды, болота).

Лептоспиры проникают через ЖКТ и поврежденную кожу, слизистые оболочки губ, рта, носа при купании.

Затем по лимфатической системе попадают в кровь и паренхиматозные органы.

Для лептоспироза характерно поражение печени с развитием желтухи. Могут поражаться почки.

Лептоспирозы обнаруживаются в селезенке, костном мозге, лимфатических узлах.

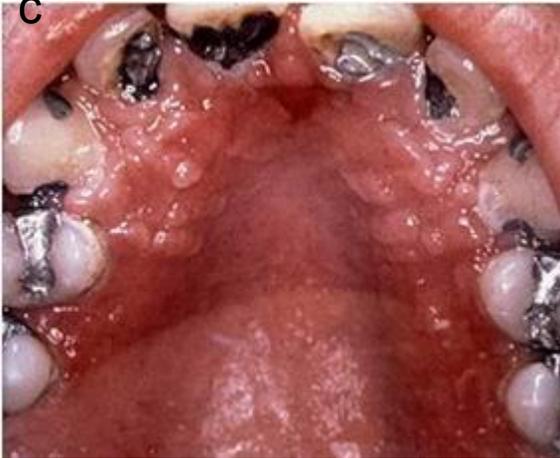
Течение имеет обратимый характер, наступает выздоровление.

# ЭНДЕМИЧЕСКИЕ БОЛЕЗНИ

1. Флюороз (избыток фтора).
2. Кариес (недостаток фтора).
3. Эндемический зоб (недостаток йода в воде, растительных и животных продуктах).
4. Уровская болезнь или болезнь Кашина – Бека (избыток стронция и недостаток кальция; дисбаланс микро- и макроэлементов – Р и Мп. Se + Г.К).
5. Болезнь Кешана (недостаток селена).
6. Водно-нитратная метгемоглобинемия (избыток  $\text{NO}_3$ ).

Карие

с



Уровская  
болезнь



Эндемический зоб с  
явлениями  
кретинизма



а

б

Флюоро

з



# ГИПЕРФОЗЫ

## ФЛЮОРОЗ

F > 2 мг/л – 8-10%

F > 2,5 – 4 мг/л – 50-70%

1. Крапчатая (пятнистая) эмаль зубов;
2. ↓ подвижности суставов;
3. Боли в суставах;
4. Деформация скелета;
5. Остеосклероз, остеопороз, остеомаляция;
6. ↓ развитие детей;
7. ↓ минерализация костей;

## ПАТОГЕНЕЗ

$\text{Ca} + \text{F} \rightarrow \text{CaF}$  = кислотно-резистентными свойствами

N – I и II кл. р-ны – 1,5 мг/л; III – 1,2 мг/л.

# ГИПОФТОЗЫ

## 1. Кариес – болезнь №1 – 88% населения

1.1 Разрушение твердых тканей зубов

1.2 Поражение пульпы

1.3 Поражение околозубных тканей

1.4 Иногда гн.-восп. процессы челюстно-лицевой и шейной области

## патогенез

### Эмаль и дентин зубов

Органически  
е  
элементы  
(белковые)

Неорганически  
е  
элементы  
(известковые)

F – число кариозных зубов на 1 ребенка 3-7 лет

0,2

мг/л

8,2

5,5

0,5

мг/л

При F ниже 0,5 мг/л – 50% населения поражается кариесом

## **2. Гипофтороз детей грудного возраста:**

- ↓ темп роста
- ↓ прорезывание зубов
- рахит

## **3. Врожденный (внутриутробный) гипофтороз**

- недоразвитие скелета
- врожденные аномалии костей черепа

## **4. Остеопороз у взрослых**

## **5. Старческий гипофтороз – переломы.**

# ИВАНОВСКАЯ ОБЛАСТЬ

13% новорожденных (5 районов) –  
тяжелая степень зубной эндемии;

31% (4 р-на) – средняя степень зубной  
эндемии;

24,3 % (11 р-нов) – легкая степень  
зубной эндемии;

N – 120 мкг/сутки

# ЭНДЕМИЧЕСКИЙ ЗОБ

## ОСНОВНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ

1. Гипофункция щитовидной железы
2. Диффузное увеличение щитовидной железы
3. Кретинизм (тяж. случай)
  - 3.1 слабоумие, косноязычие, глухонемота
  - 3.2 задержка роста
  - 3.3 непропорциональность физического развития
  - 3.4 поражение костной системы
  - 3.5 мускулатура вялая
  - 3.6 расстройство координации движения
  - 3.7 боли в области сердца, спине, суставах
  - 3.8 характерный облик:
    - запавшая спинка носа
    - сухость, морщинистость кожи лица
    - одутловатость и бледность лица

# БОЛЕЗНЬ КЕШАНА

## НЕДОСТАТОК СЕЛЕНА

1. Острая кардиомиопатия
2. Хроническая кардиопатия
3. Галопирующий ритм сердца
4. Аритмия
5. Фиброзные изменения в миокарде

Смертность до 40  
%

# БОЛЕЗНЬ КАШИНА – БЕКА (УРОВСКАЯ)

Забайкалье, Иркутская и Амурская области – горно-таежные районы с болотистой местностью.

## *Детский возраст*

1. Деструктивный остеомиелит
2. Деформация суставов
3. ↓ подвижности суставов
4. Искривление позвоночника
5. Мышечная система

**Ранний признак** – короткие пальцы с деформированными короткими межфаланговыми суставами.

# ВОДНО – НИТРАТНАЯ МЕТГЕМОГЛОБИНЕМИЯ (СУДОРОЖНЫЙ ЦИАНОЗ)

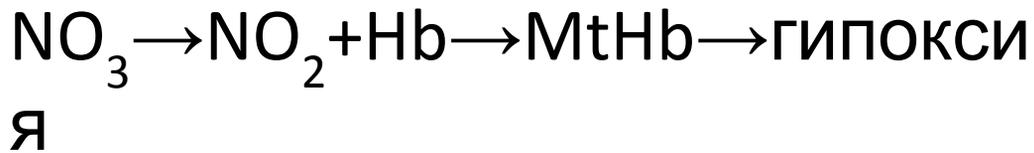
## *Дети*

1. Цианоз кожных покровов
2. Цианоз слизистых
3. Нарушение ритма сердца  
(тахикардия)
4. Судороги

## *Взрослы е*

1. Слабость
2. Бледность
3. ↑ утомляемость
4. Биохимические  
сдвиги

## Механизм:



### *Дети*

1. Ахилия
2. Отсутствие MtHb – редуктазы
3. Частые диспепсии

Уровень MtHb – 10% -  
критический .

Взрослые – не опасно 1000 мг.

Дети – опасно 10-20 мг.

# ОТРАВЛЕНИЯ ТОКСИЧЕСКИМИ ПРИМЕСЯМИ

1. **«Итай-итай» (Ох-Ох) – (кадмий)**
  - Боли в суставах, ↓ АД, остеомаляция, множественные переломы, поражение почек (протеинурия).
2. **Минамата (ртуть)**
  - Поражение ЦНС (параличи, психическая неполноценность, мутагенез).
3. **Копытная болезнь (мышьяк)**
  - Утолщение кожи на ладонях и стопах.
4. **Острый гастроэнтерит (мышьяк)**
5. **Отравления свинцом**
  - свинцовая колика, свинцовый колорит, анемия.
  - у детей - ↓ способности к обучению, вниманию, словарного запаса, успеваемости, интеллекта.
6. **Отравление марганцем (психические расстройства).**

# МИНАМАТА

(Hg)

Чувство онемения вокруг рта, в конечностях.  
Затруднение движения рук, особенно при письме,  
попытках взять какой-либо предмет, неясность  
речи,  
нарушение походки, ↓ слуха и зрения, затем –  
общий  
паралич, конвульсии, смерть (кора головного  
мозга+  
мозжечок).

-Атаксия

-Сужение полей зрения

-Дизартрия

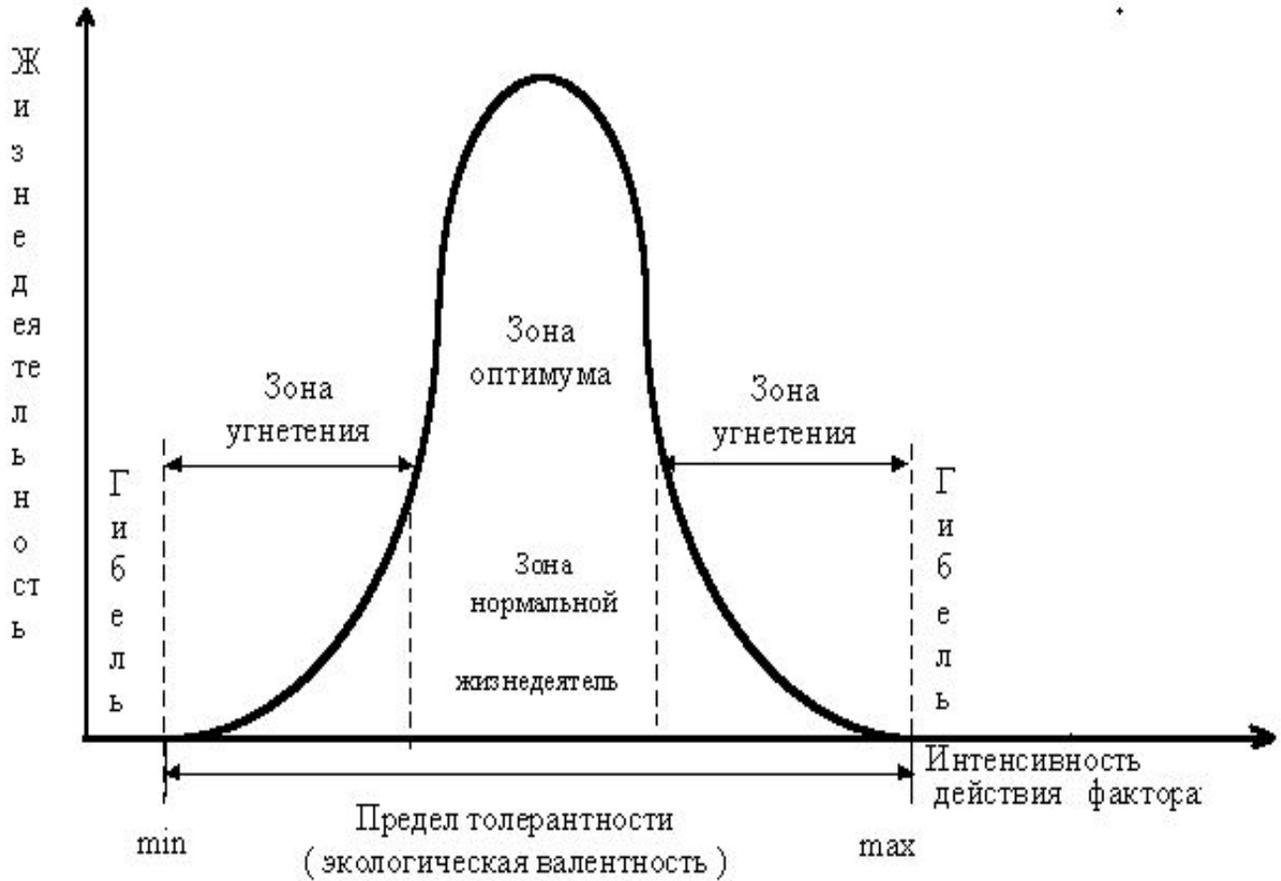
-Очаговое выпадение полей зрения

-Нарушение интеллекта

-Полинейропатия

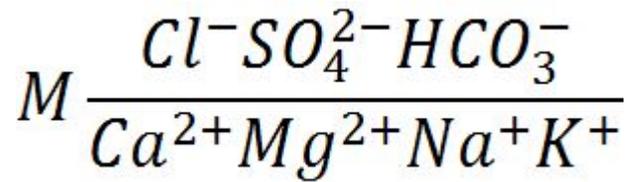
-Поражение печени и почек

# ЗОНЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ОРГАНИЗМ



**ЗАКОН МИНИМАЛЬНЫХ ЛИМИТИРУЮЩИХ  
ФАКТОРОВ  
(ЗАКОН ЛИБИХА)**

# ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛНОЦЕННОСТЬ



Оптимальная	400 мг/л
Минимальная	100 мг/л
Кальций	50 мг/л
Магний	25 мг/л
Жесткость	4-6 мг×экв/л

# МАЛОМИНЕРАЛИЗОВАННЫЕ ВОДЫ

1. Общая сумма солей < 200 мг/л
2. Общая жесткость < 1,5 мг\*эquiv/л
3. Содержание кальция < 30 мг/л
4. Содержание магния < 5 мг/л

М – 135 мг/л, Ж – 1,3 мг/л

- Формирование «водной» группы болезней:  
зоб простой, ГБ, ИБС, нефрит, гастрит  
хр.,  
холецистит, остеохондроз.
- Снижение физического развития Д и П.
- Снижение уровня здоровья  
новорожденных

# ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫЕ ВОДЫ

1. Общая сумма солей > 1500 мг/л
2. Общая жесткость > 10 мг\*эquiv/л
3. Содержание кальция > 90 мг/л
4. Содержание магния > 60 мг/л

$$M \Sigma > 1,5 - 3,0 \text{ г/л}$$

- Повышенная гидрофильность тканей.
- Нарушение водно-солевого обмена – диурез ↓ 30-60%
- ↑ моторики ЖКТ – диарея
- Мочекаменная болезнь
- Нарушение репродуктивной функции женщин
- Менструальная функция 28 и 70% (К и О)
- Токсикозы I половины 10 и 30% (К и О)
- Токсикозы II половины 10 и 55% (К и О)
- Нефропатии 5 и 30% (К и О)
- Снижение массы новорожденных на 350 г.

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

1. ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения»
2. СанПиН 2.1.4.1074-01. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения».
3. СанПиН 2.1.4. 1175-02 "Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения»

## ГОСТ 2761-84

### ПОРЯДОК САНИТАРНОЙ НАДЕЖНОСТИ

1. Межпластовые напорные.
2. Межпластовые ненапорные.
3. Грунтовые воды.
4. Поверхностные воды.

### ТРЕБОВАНИЯ К ВОДЕ

Сухой остаток	1000 (1500) мг/л
Сульфаты	500 мг/л
Хлориды	350 мг/л
Общая жесткость	7 (10) ммоль/л

**ПДК**

**НРБ**

# Гигиенические требования и нормативы качества питьевой воды СанПиН 2.1.4 1074-01

Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.

## ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Запах	Не более 2 баллов
Привкус	Не более 2 баллов
Цветность	Не более 20 градусов Cr-Co
Мутность	Не более 1,5 мг/л по коалину

# ОБОБЩЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Водородный показатель	6-9 pH
Сухой остаток	1000(1500) мг/л
Жесткость общая	7(10) ммоль/л
Окисляемость перманганатная	5,0 мг/л

## НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА (МГ/Л)

Железо	0,3 (1,0)
Медь	1,0
Нитраты	45
Хлориды	350
Сульфаты	500
F – I – II кл.р.	1,5
F – III кл. р.	1,2

# ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

(МГ/Л)

1. Пестициды
2. Ароматические углеводороды

## ВЕЩЕСТВА, ОБРАЗУЮЩИЕСЯ ПРИ ВОДОПОДГОТОВКЕ

- Хлор остаточный свободный – 0,3-0,5 мг/л
- Хлор остаточный связанный – 0,8-1,2 мг/л
- Озон остаточный – 0,3 мг/л
- Остаточное количество:
  - алюминия – 0,5 мг/л
  - хлороформа – 0,2 мг/л
  - формальдегида – 0,05 мг/л

# МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

- Термотолерантные колиформные бактерии – отсутствие в 100 мл.
- Общие колиформные бактерии – отсутствие в 100 мл.
- Общее микробное число – не более 50 колоний в 1 мл.
- Цисты лямблий – отсутствие в 50 л.

# РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Определяется показателями  $\alpha$  и  $\beta$  активности.

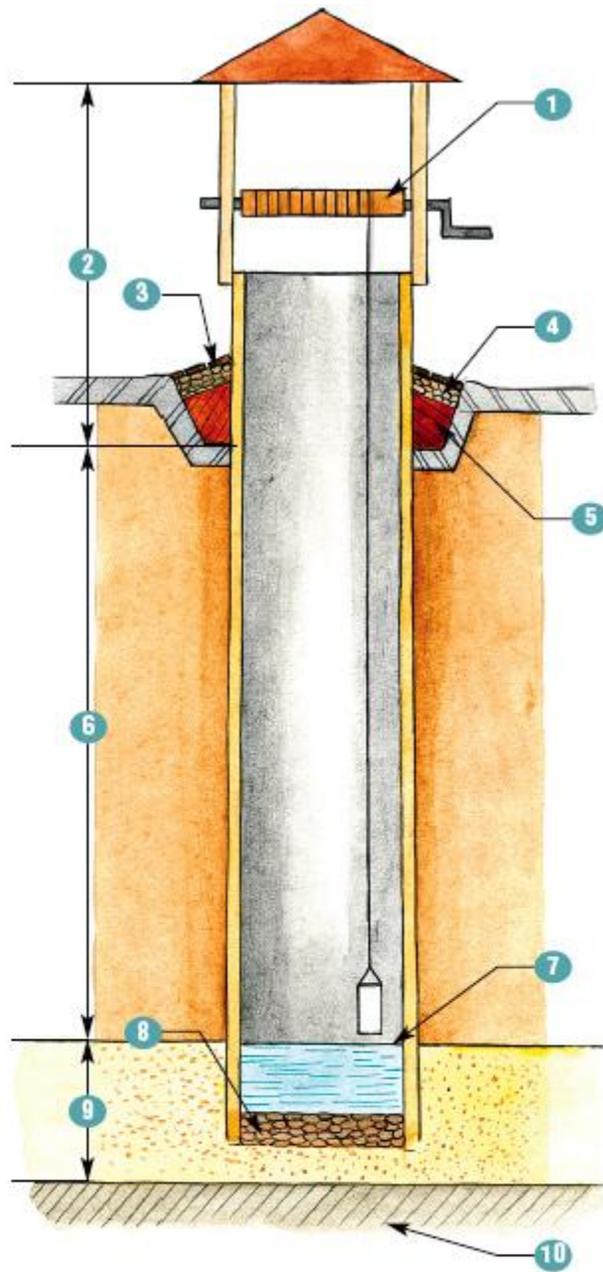
Общая:

$\alpha$  – радиоактивность: 0,1 Бк/л;

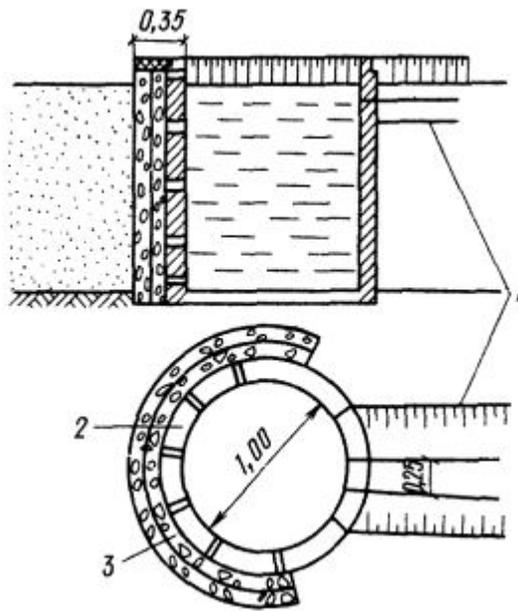
$\beta$  – радиоактивность: 1,0 Бк/л.

**САНПИН 2.1.4 1175-02**  
**«КАЧЕСТВО ВОДЫ**  
**НЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО**  
**ВОДОСНАБЖЕНИЯ»**

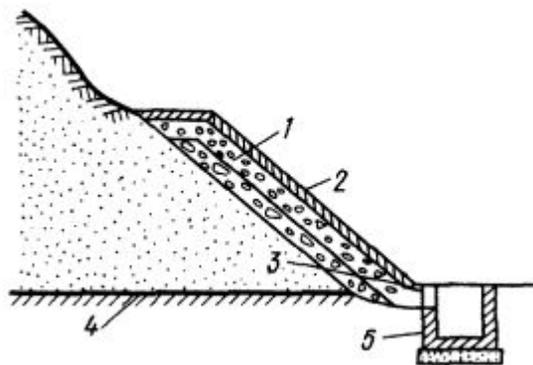
Запах	≤ 2-3 балла
Привкус	≤ 2-3 балла
Цветность	≤ 30 град
Мутность	В пределах 1,5-2,0 мг/л (по коалину)
Жесткость	7-10 мг*эquiv/л
Нитраты	≤ 45 мг/л
Минерализация	В пределах 1000 – 1500 мг/л
Сульфаты	≤ 500 мг/л
Хлориды	≤ 350 мг/л
ОКБ	Отсутствие в 100 мл
ОМЧ	Не более 100 в 1 мл
ТКБ	Отсутствие в 100 мл
Колифаги	Отсутствие в 100 мл
Химические вещества	ПДК



- 1 Ворот
- 2 Оголовок
- 3 Отмостка
- 4 Щебень
- 5 Глиняный замок
- 6 Ствол
- 7 Уровень воды
- 8 Гравий
- 9 Водоприемная часть
- 10 Подстилающая водоупорная порода



- 1 - сбросная канава; 2 - железобетонное кольцо;  
3 - обратный фильтр



- 1 - наклонный обратный фильтр;  
2 - плитные покрытия;  
3 - уровень грунтовых вод;  
4 - водопор; 5 - водоотводный лоток

# **МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**

# КАЧЕСТВО ВОДЫ

1. Грубодисперсные примеси > 100 мкм
2. Тонкодисперсные примеси 100-0,1 мкм
3. Коллоидные примеси 0,001 мкм
4. Растворимые примеси менее 0,001 мкм
5. Бактерии
6. Вирусы
7. Простейшие
8. Яйца гельминтов

# КЛАССЫ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ВОДЫ

## Подземные водоисточники

I класс- Сан ПиН 2.1.4.1074-01

не требует водоподготовки

II класс- аэирование, фильтрация,  
обеззараживание

III класс- II класс + отстаивание,  
использование реагентов

## Поверхностные водоисточники

I класс- фильтрация, коагуляция,  
обеззараживание

II класс- I класс + отстаивание,  
микрофильтрование

III класс- II класс + окислительные и  
сорбционные методы,  
дополнительная ступень  
осветления

# МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

## 1. ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

- 1.1 Осветление
- 1.2 Обесцвечивание
- 1.3 Дезодорация

## 2. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

- 2.1 Фторирование
- 2.2 Обесфторирование
- 2.3 Умягчение
- 2.4 Обезжелезивание

## 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭПИДЕМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

- 3.1 Обеззараживание

# ОСВЕТЛЕНИЕ Осаждение- фильтрация

## 1. ЭТАП- Осаждение взвешенные веществ

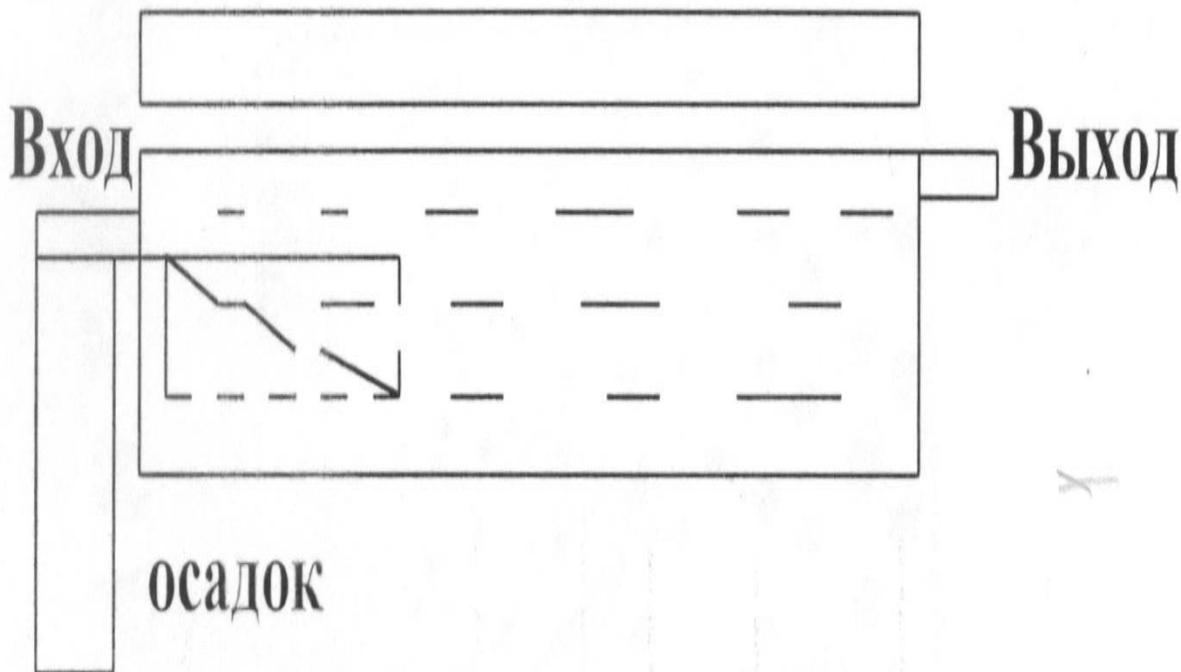
### СООРУЖЕНИЯ

- 1. Горизонтальные отстойни
- 2. Вертикальные отстойники

# ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ОТСТОЙНИК

$T = 4 - 8$  час

$V = 2 - 4$  мм/с



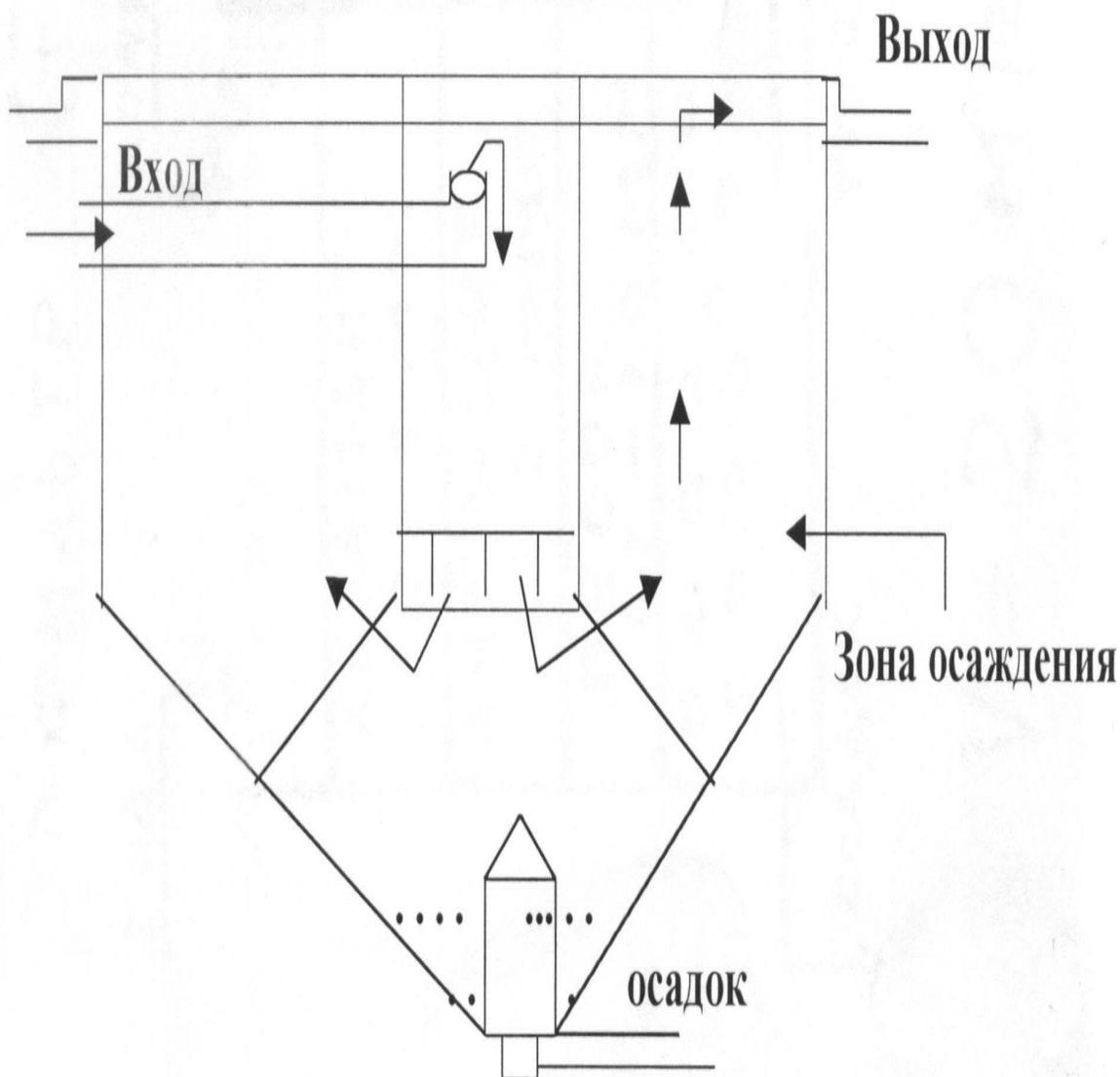
**ГРУБОДИСПЕРСНЫЕ ВЗВЕСИ > 100 МКМ**

# ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ОТСТОЙНИК

ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ОТСТОЙНИК

$V = 0,5 - 0,6 \text{ мм/с}$

$T = 4 - 8 \text{ час}$



водопроводы - до  $3000 \text{ м}^3 / \text{сутки}$

## 2. ЭТАП

Фильтрация через фильтры с зернистой загрузкой

### ФИЛЬТРУЮЩИЙ СЛОЙ

Кварцевый песок

Антрацитовая крошка

Керамзит

Дробленый мрамор

### ПОДДЕРЖИВАЮЩИЙ СЛОЙ

Гравий

Щебень

2 мм



40 мм

# КЛАССИФИКАЦИЯ ФИЛЬТРОВ

1. По V фильтрации
  - 1.1 Медленные (0,1-0,3) м/час
  - 1.2 Скорые (5-10) м/час
  
2. По направлению потока
  - 2.1 Одноточные
  - 2.2 Двухпоточные - подача воды сверху- 30 %  
- подача воды снизу - 70 %
  
3. По числу фильтрующих слоев
  - 3.1 Однослойные- песок
  - 3.2 Двухслойные- антрацит, песок
  - 3.3 Многослойные- песок, антрацит, керамзит
  
4. Скорые фильтры с повышенной грязеемкостью
  - 4.1 Двухслойной загрузкой
  - 4.2 Двухпоточный АКХ
  - 4.3 Двухпоточный с двухслойной загрузкой- ДДФ

## **ОСОБЕННОСТИ МЕДЛЕННОГО ФИЛЬТРА**

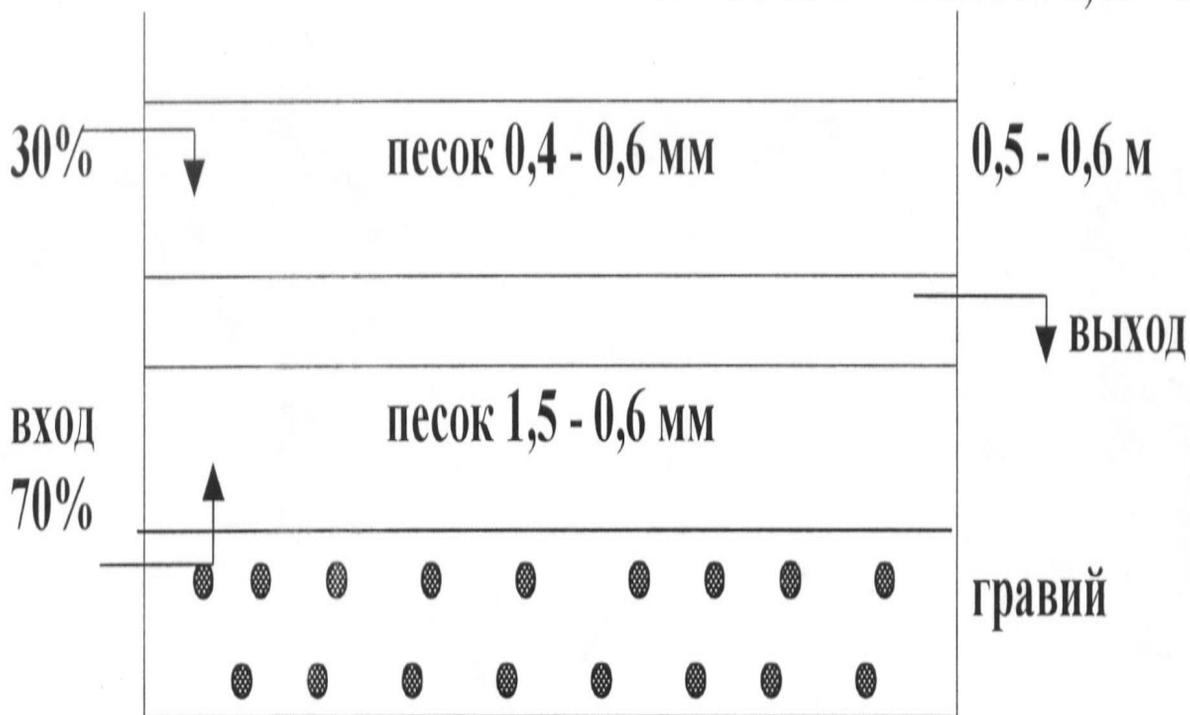
1. Биологическая пленка (активный ил)- (0,5- 1,0) мм и больше
2. Фильтрующий слой- кварцевый песок  $h = (800-820)$  мм
3. Поддерживающий слой- гравий или щебень  $h = (400-450)$  мм
4. Эффективность - взвеси, бактерии ↓ 95 - 99 %  
органические вещества ↓ 20 - 45 %  
цветность ↓ 20 %

## **ОСОБЕННОСТИ СКОРОГО ФИЛЬТРА**

1. Физико- химический процесс
  - 1.1 Коагуляция
  - 1.2 Адсорбция
2. Фильтрация в толще фильтрующей загрузки
3. Высота слоя воды не менее 2 м
4. Промывка обратным током воды
5. Эффективность- бактерии 95 % (82 - 96)

V - 12 - 15 м/ч

высота 1,45 - 1,65 м



Двухпоточный фильтр АКХ

# **УДАЛЕНИЕ ФИТО- И ЗОО- ПЛАНКТОНА**

1. Микрофилтры
2. Барабанные сита

## **УСЛОВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

1. Цветение водоема > 1 мес.
2. Содержание клеток > 1000 в 1 см<sup>3</sup>

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ**

1. Взвеси ↓ на 30 - 40 %
2. Фитопланктон ↓ на 60 - 90 %

# ОБЕСЦВЕЧИВАНИЕ

Устранение окрашенных коллоидов и истинно растворенных веществ

## КОАГУЛЯЦИЯ

1. Укрупнения
2. Агрегации
3. Осаждения

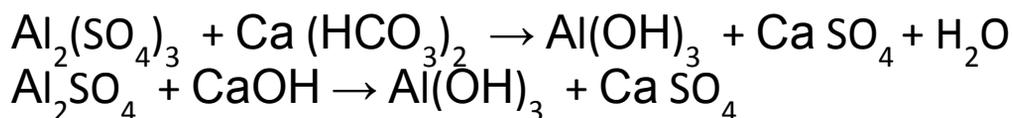
# КОАГУЛЯЦИЯ В СВОБОДНОМ ОБЪЕМЕ

1. Камеры хлопьеобразования-вертикальный отстойник
2. Контактная коагуляция
  - 1) контактный фильтр- скорый фильтр-раздельная подача К и  $H_2O$ - сверху
  - 2) контактный осветлитель- скорый фильтр- совмещенная подача К и  $H_2O$ - снизу
- 1) контактный фильтр - скорый фильтр - раздельная подача К и  $H_2O$  - сверху
- 2) контактный осветлитель - скорый фильтр - совмещенная подача К и  $H_2O$  - снизу

# КОАГУЛЯНТЫ

1.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

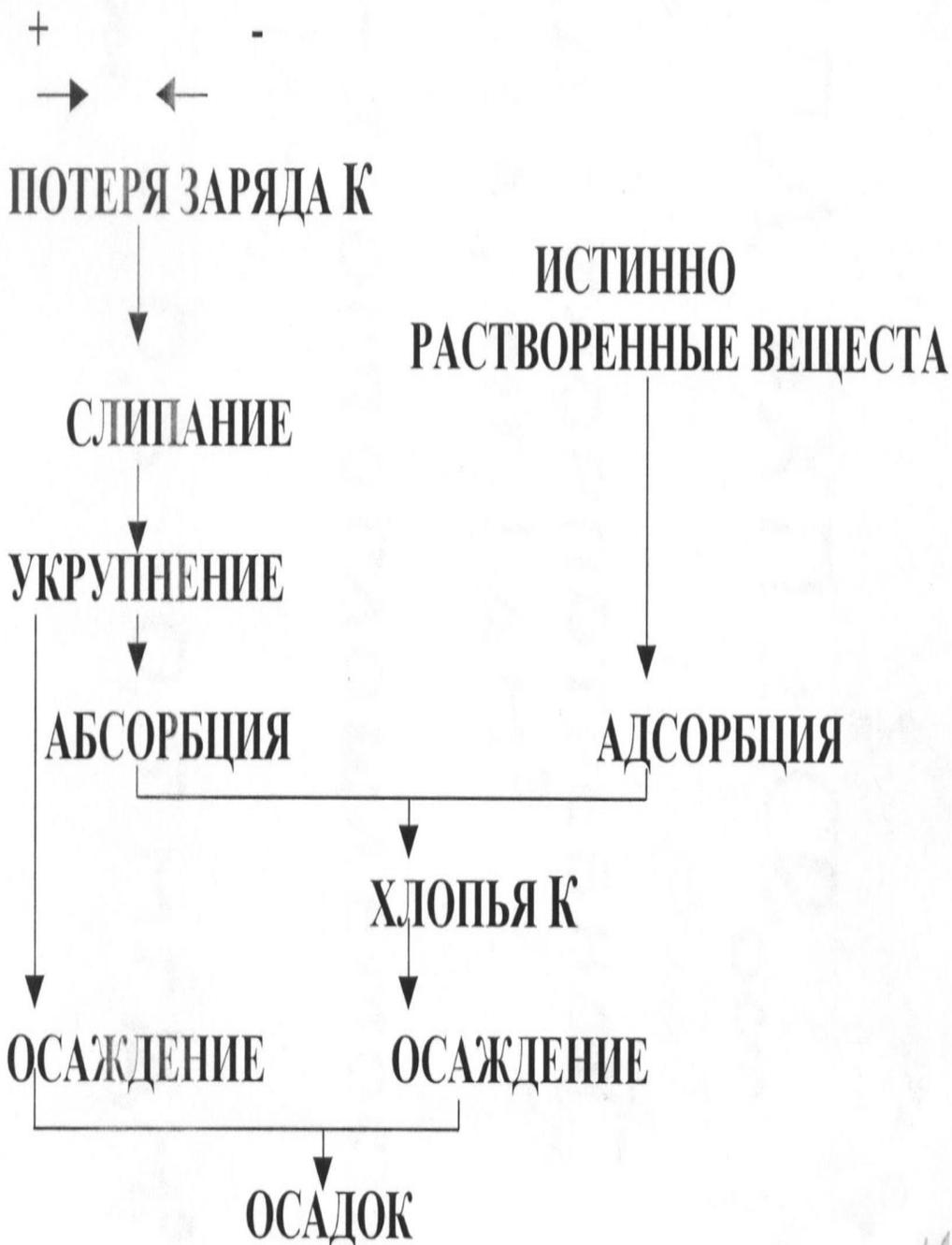
## РЕАКЦИЯ КОАГУЛЯЦИИ



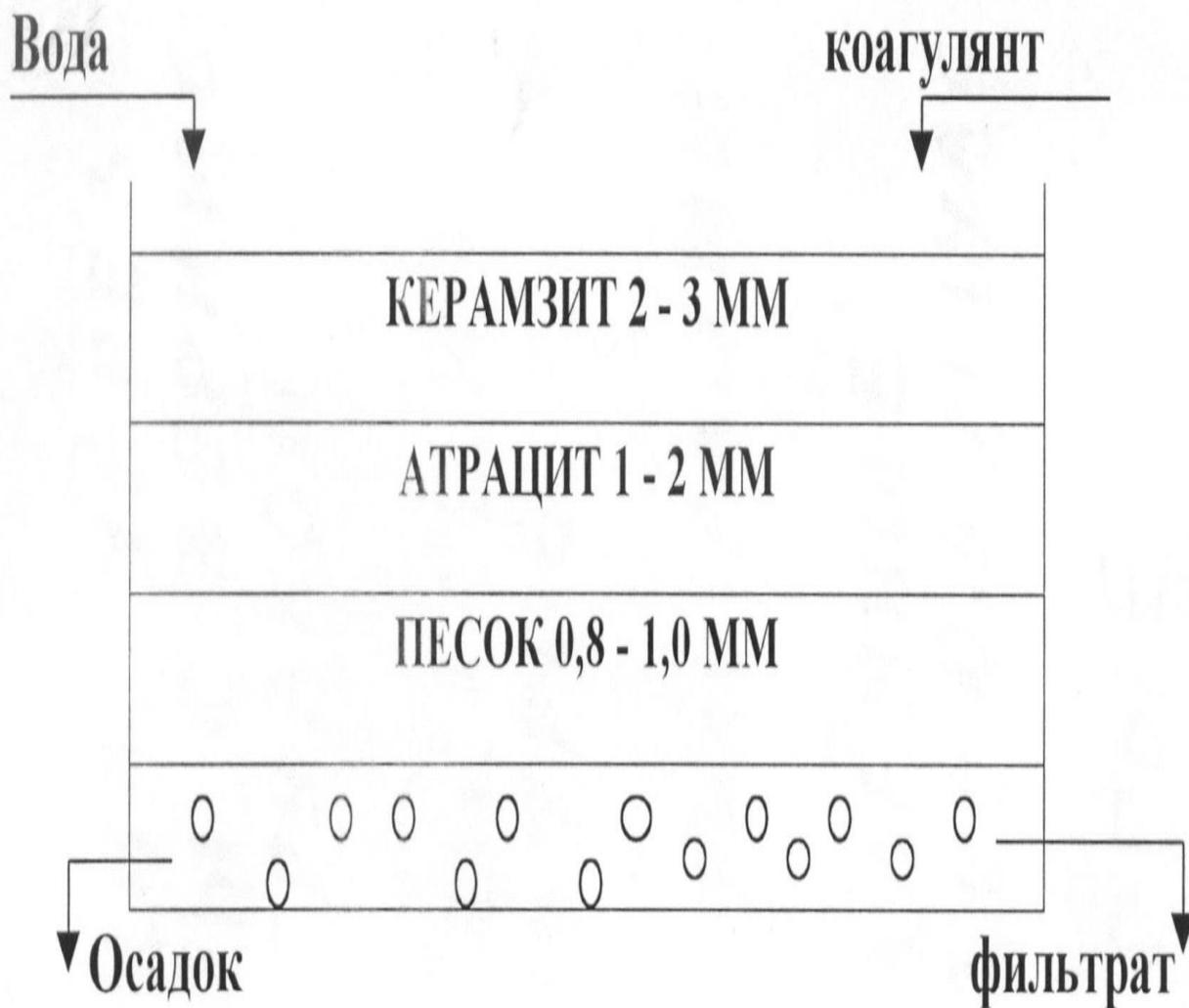
1. pH
2. устраняемая жесткость
3. температура
4. гуминовые вещества
5. характер взвеси
6. время (30 мин- летом, 60 мин- зимой)
7. доза
8. флокулянты (50 - 250 ) мг/л

# МЕХАНИЗМ КОАГУЛЯЦИИ

КОАГУЛЯНТ КОЛЛОИД (К)



# КОНТАКТНЫЙ ФИЛЬТР (КФ-5)

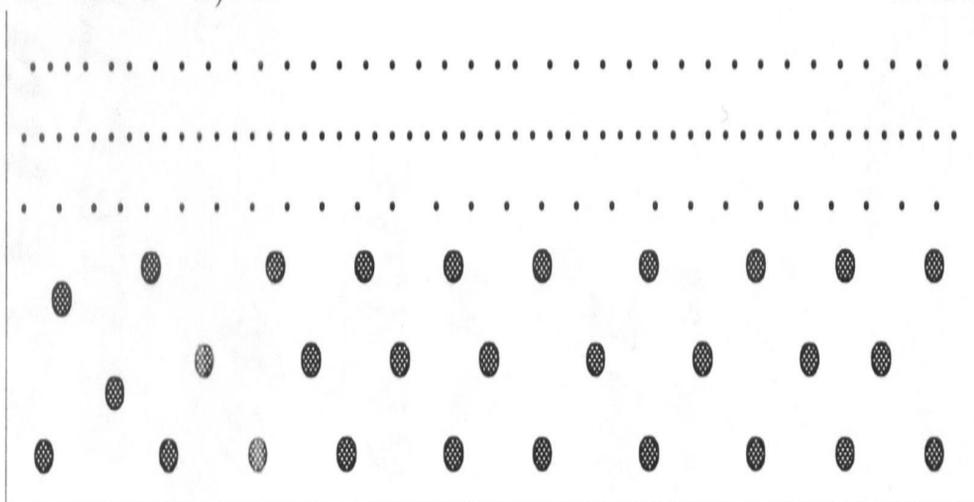


$V = 20 \text{ м/час}$

# КОНТАКТНЫЙ ОСВЕТИТЕЛЬ

H - 2 - 2,3 м

ФИЛЬТРАТ



ОСАДОК

коагулянт +  
вода

V - 5 - 8 м/ч

# ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ

## 1. Реагентные

1.1 хлорирование

1.2 озонирование

1.3 Mn, Ag, I, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

## 2. Безреагентные: УФ, γ – лучи

Кипячение

**РАЗРЕШАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ**

Cl, ClO<sub>2</sub>, хлорную известь, УФ, O<sub>3</sub>.

### **СОЕДИНЕНИЯ ХЛОРА**

1. Cl<sub>2</sub> → HOCl<sup>-</sup> + OCl<sup>-</sup>  
хлорноватистая

2. ClO<sub>2</sub> → HClO<sub>2</sub>  
хлористая

3. Ca(OH)<sub>2</sub>  
Ca(OCl)<sub>2</sub> → OCl<sup>-</sup> + HOCl  
CaCl<sub>2</sub>

4. Cl + NH<sub>3</sub> → хлорамины

# Хлорирование

$\text{Cl}_2$ ,  $\text{ClO}_2$ , хлорная известь, гипохлориты, хлорамины.

## Достоинства

1. Широкий спектр антимикробного действия (вегетативные формы)
2. Экономичность
3. Простота технологии
4. Возможность оперативного контроля

## Недостатки

1. Токсичность
2. Ухудшение органолептических свойств воды
3. Денатурация воды
4. Споры ↓ - 200-300 мг/л, T - 1,5-24 ч
5. Устойчивы к C1 цисты простейших и яйца гельминтов
6. Образование галогенсодержащих соединений, обладающих мутагенным и канцерогенным действием  
70-80% хлороформ

# Способы хлорирования

1. Хлорирование обычными дозами

2. Хлорирование с преаммонизацией

$\text{NH}_3 + \text{Cl} \rightarrow$  хлорамины  
связанный активный Cl

$N = 0,8 - 1,2 \text{ мг/дм}^3$

3. Гиперхлорирование

Доза -  $10-20 \text{ мг/дм}^3$   $T_k - 15$

МИН

$$\text{ХПД} = \text{ХП} + \text{Cl}_{\text{ост}}$$

ХПД - хлорпотребная доза, мг/дм<sup>3</sup>

ХП - хлорпоглощаемость, мг/дм<sup>3</sup>

$\text{Cl}_{\text{ост}} = 0,3 - 0,5 \text{ мг/дм}^3$

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХЛОРИРОВАНИЯ**

1. Количества микроорганизмов
2. Размеров частиц
3. Характера веществ
4. Температуры
5. Времени контакта 30(л) - 60(з) мин
6. Дозы хлора
7. РН среды.

# Озонирование

1. Легкость распада  $O_3$  с образованием сильных окислителей



## Достоинства

2. Устраняет цветность, запахи, привкусы
3. Не образует посторонних запахов
4. Разрушает органические вещества
5. Уничтожает бактерии, споры, вирусы, простейших
6.  $O_3$  в 15-20 ↑, чем Cl - вегетивные формы в 300-600 раз ↑, чем O - споры
7. Вирусы инактивируются через 12 мин при 0,5-0,8 мг/л  
Действующая доза  $O_3 = 0,1- 0,3 \text{ мг/дм}^3$

## Недостатки

1. Взрывоопасность
2. Токсичность
3. Дороговизна
4. Быстрое разложение в обработанной воде (ч/з 20-30 мин)
5. Возможна реактивация бактерий
6. Побочные продукты - броматы, альдегиды, кетоны и другие ароматические соединения

# Серебро

1. Высокий бактерицидный эффект - 0,05 мг/л
2. Широкий спектр антимикробного действия, в т.ч. вирусного
3. Возможность автоматизации
4. Точное дозирование
5. Выраженное последствие (срок консервации - 6 месяцев и более)

## Недостатки

1. Дороговизна метода
2. Изменение ф-х свойств воды
3. Концентрация ↑ ПДК (0,65-10 мг/л – вирусы)  
ПДК - 0,05 мг/л

# Ультрафиолетовая обработка воды

## Преимущества УФ-излучения

1. Сохраняет природные свойства воды
2. Не денатурирует воду, не изменяет вкус и запах воды
3. Высокоэффективно в отношении вегетативных и споровых форм бактерий, вирусов, цист простейших
4. Простота эксплуатации
5. Высокая производительность
6. Возможной полной автоматизации

## **Недостатки**

1. Бактерицидный эффект зависит от:
  - мощности источников толщины обеззараживаемого слоя воды
  - качества обеззараживаемой воды
  - чувствительность различных микроорганизмов
2. Наибольший эффект
  - цветность 50°
  - мутность - 30 мг/л
  - Fe - до 5,0 мг/л
3. Не обладает пролонгирующим действием " - +  
" хлорирование

# Комбинированные фильтры

1.  $\text{Cl}_2$  и  $\text{O}_2$  и УФ
2.  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{O}_3$
3. Ag и Cu, УФ

## Преимущества

1. Большой бактерицидный эффект
2. Улучшение физических и органолептических свойств воды
3. Окисляются органические вещества и продукты их распада  
фенол +  $\text{O}_3$  = формальдегид,  
ацетальдегид + УФ, удаляются  
хлорсодержащие пестициды, СПАВ

# Баромембранные процессы

1. Микрофльтрация
2. Ультрафльтрация
3. Обратный осмос
4. Нанофльтрация

## **Достоинства**

1. Обеззараживание соответственно стандартам
2. Отделять высокомолекулярные соединения (гуминовые кислоты, лигниносульфоны, НФП, красители) галогенсодержащие углеводы
3. Получать воду с предельно низким содержанием загрязняющих веществ

## **Использование**

1. Франция, Англия, Германия, Япония, США  
Флорида - 100 станций водоочистки

# Обезжелезивание ПИТЬЕВЫХ ВОД

Fe в виде бикарбонатов  
сульфатов } подземные  
хлоридов } воды

Fe в виде коллоидов  
тонкодисперсных  
взвесей  
гуматов } поверхностные  
гидроокисей } воды  
сернистого Fe

Все воды содержат железобактерии,  
которые без O<sub>2</sub> неактивны. При O<sub>2</sub>  
железобактерии бурно  
развиваются, вызывают коррозию  
→ вторичное загрязнение воды

# Обезжелезивание

Наиболее перспективна многоступенчатая окислительно-сорбционная технология удаления Fe

1 схема - аэрирование + отстаивание + фильтрация

2 схема - известкование + отстаивание + фильтрация

3 схема - известкование + аэрация + отстаивание + фильтрация

4 схема – коагуляция

5 схема - катионирование

Фторирование - реагентный метод с очень жесткими требованиями к ним: высокое противокариозное действие при малой токсичности, отсутствие ядовитых примесей (например, солей тяжелых металлов). Наиболее часто используется фторид Na, кремнефтористая кислота и ее натриевая соль, фторид-бифторид аммония. Реагенты вводят после фильтров в резервуары чистой воды.

Дефторирование - методы реагентные и фильтрационные. В частности гидроокиси Al или Mg. Фильтрация через активный слой окиси Al.

Опреснение - дистилляция, ионный обмен, электродиализ, гиперфильтрация.

# Относительная эффективность наиболее перспективных методов

Размеры частиц, содержащихся в воде      Метод обработки воды

Ионы металлов      Обратный осмос

Растворы солей      Обратный осмос  
Нанофильтрация

Вирусы      Нанофильтрация  
Ультрафильтрация

Гуминовые кислоты      Ультрафильтрация

Бактерии  
Водоросли  
Песок      Микрофильтрация  
Традиционные процессы  
фильтрации

# Бытовые фильтры

1. Доочистка очищенной воды
2. Дачные, полевые, экстремальные условия
3. Состав:
  - мех. фильтры
  - тонковолокнистый фильтр
  - уголь – сорбент
  - хлор или йод – обеззараживание
  - Ag - повышение надежности обеззараживания и консервации  $H_2O$
1. Недостатки
  - чрезмерно загрязненная вода
  - очистка большого количества  $H_2O$



## **Бытовые фильтры**