



ВОДА КАК ФАКТОР ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**АЛИКБАЕВА
ЛИЛИЯ АНАТОЛЬЕВНА**

**Заведующий кафедрой
общей и военной гигиены
доктор медицинских наук, профессор**

Антуан де Сент-Экзюпери

- «Вода ! У тебя нет ни вкуса, ни цвета, ни запаха, тебя невозможно описать, тобой наслаждаются, не ведая, что ты такое! Нельзя сказать, что ты необходима для жизни: ты сама жизнь, ... ты самое богатство на свете...»

ОБЩЕСАНИТАРНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВОДЫ



В городском хозяйстве



Для личной гигиены



В быту

Количество водопроводной воды на 1 человека в сутки (литры)

- города - 250-350;
- районные центры - 180-200;
- сельские населенные пункты- 20-100.

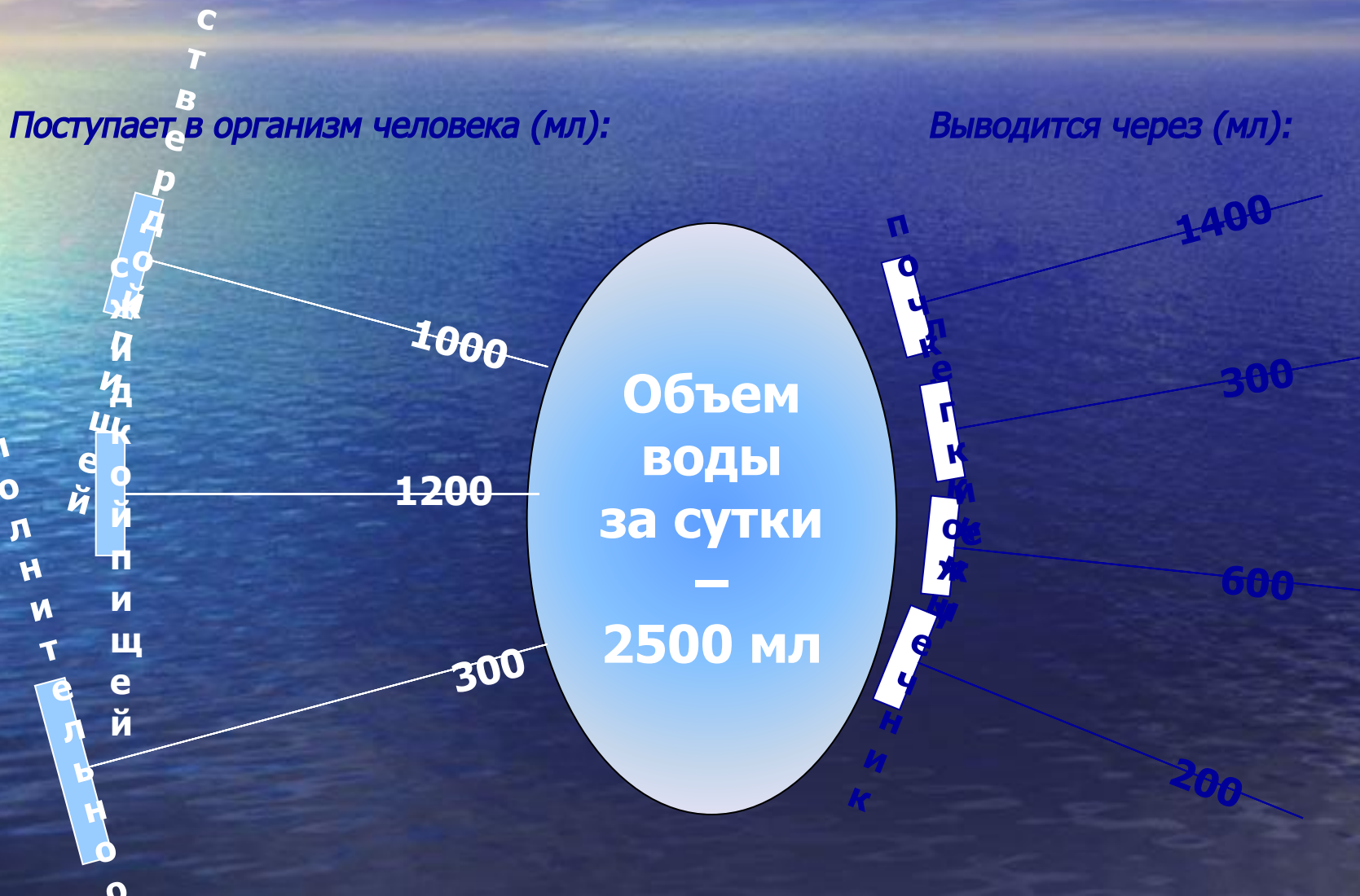
ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВОДЫ

- Структурный элемент.
- Растворитель питательных веществ.
- Поддерживает осмотическое давление и кислотно-щелочное равновесие.
- Участвует в водном, минеральном и тепловом обмене.
- Определяет пластичность и объем органов и тканей.
- Подвижным резервуаром воды является кожа и подкожная клетчатка.
- Дефицит в 3 – 4 % снижает работоспособность; 20% – смерть.

ВОДА - ЭТО

основа основ организма и взрослых, и детей. Около 70% массы тела взрослого человека, и около 80-85 % массы тела ребенка, по существу, является обыкновенной водой.

Водный баланс человека



Чем можно заменить воду?

**Кипяченая вода, соки, молоко,
и другие напитки не могут
заменить потребность
организма в воде.**

ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВОДЫ

- **Источник минеральных веществ и микроэлементов**

- **Используется в курортологии для:**

Закаливания:

- ✓ контрастное закаливание (русские, финские бани);
- ✓ механическое воздействие (душ);
- ✓ химическое воздействие (купание в море).

Лечения заболеваний

...

...

....

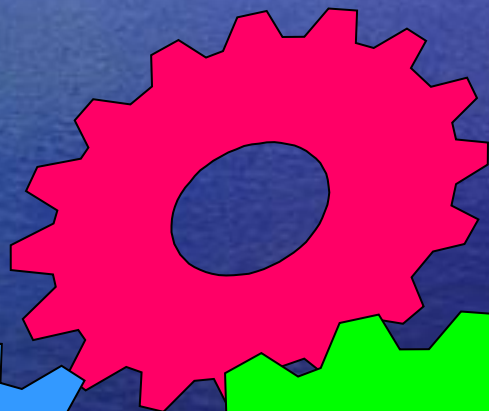
«Человек выпивает 90 % своих болезней» - Луи Пастер

75 тонн воды употребляет человек за всю свою жизнь.

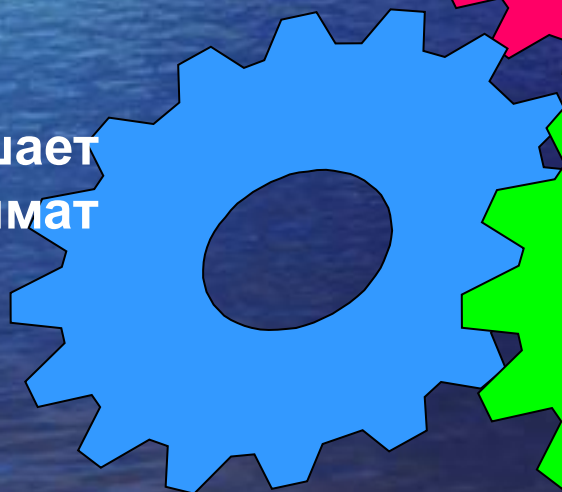
Назначение питьевой воды в условиях нашей все более напряженной экологии – уже не просто утолить жажду, а, прежде всего, оздоровить организм; вода должна повышать работоспособность, служить профилактическим средством заболеваний; поднимать настроение, улучшать качество жизни.

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВОДЫ

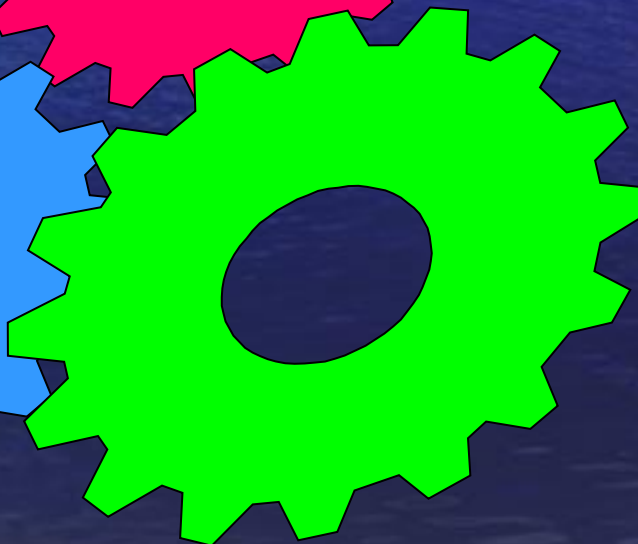
Эстетическое значение



Улучшает
микроклимат



Способствует
росту зеленых
насаждений

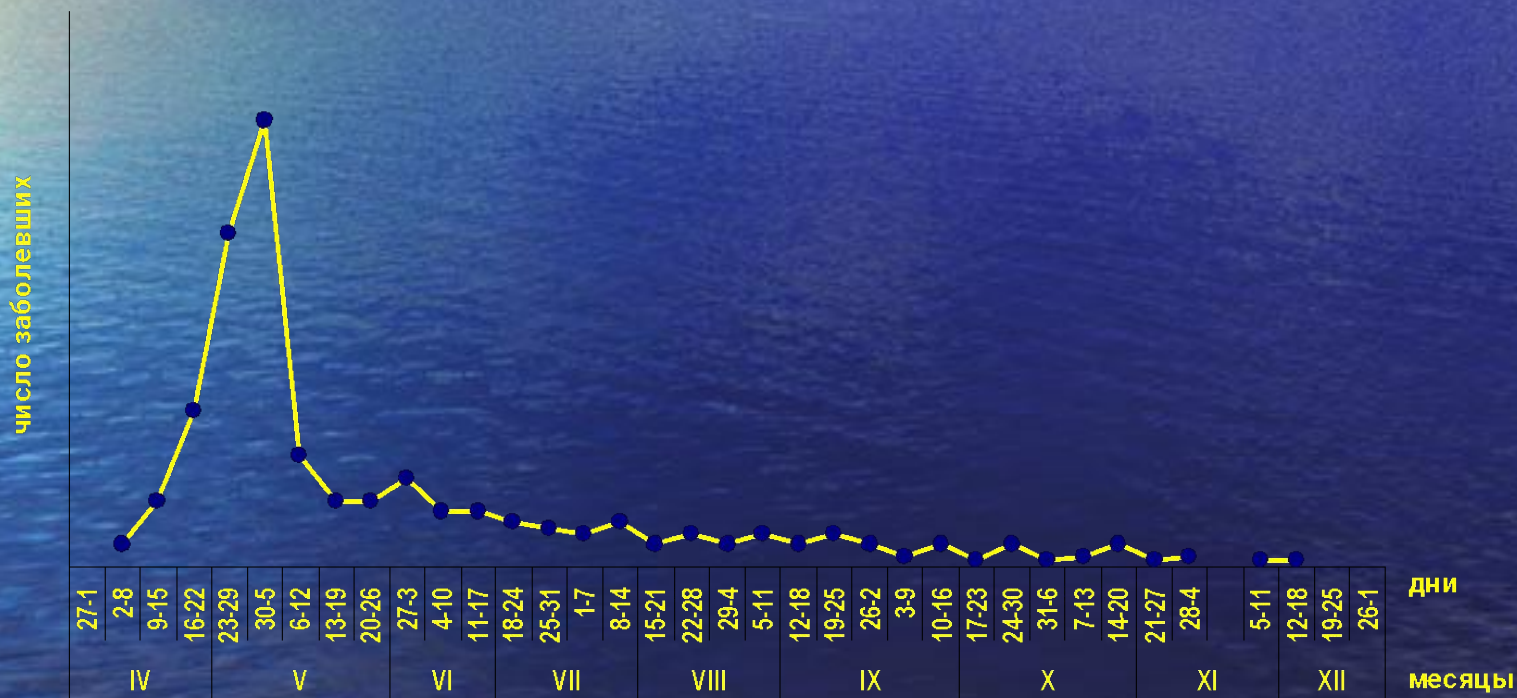


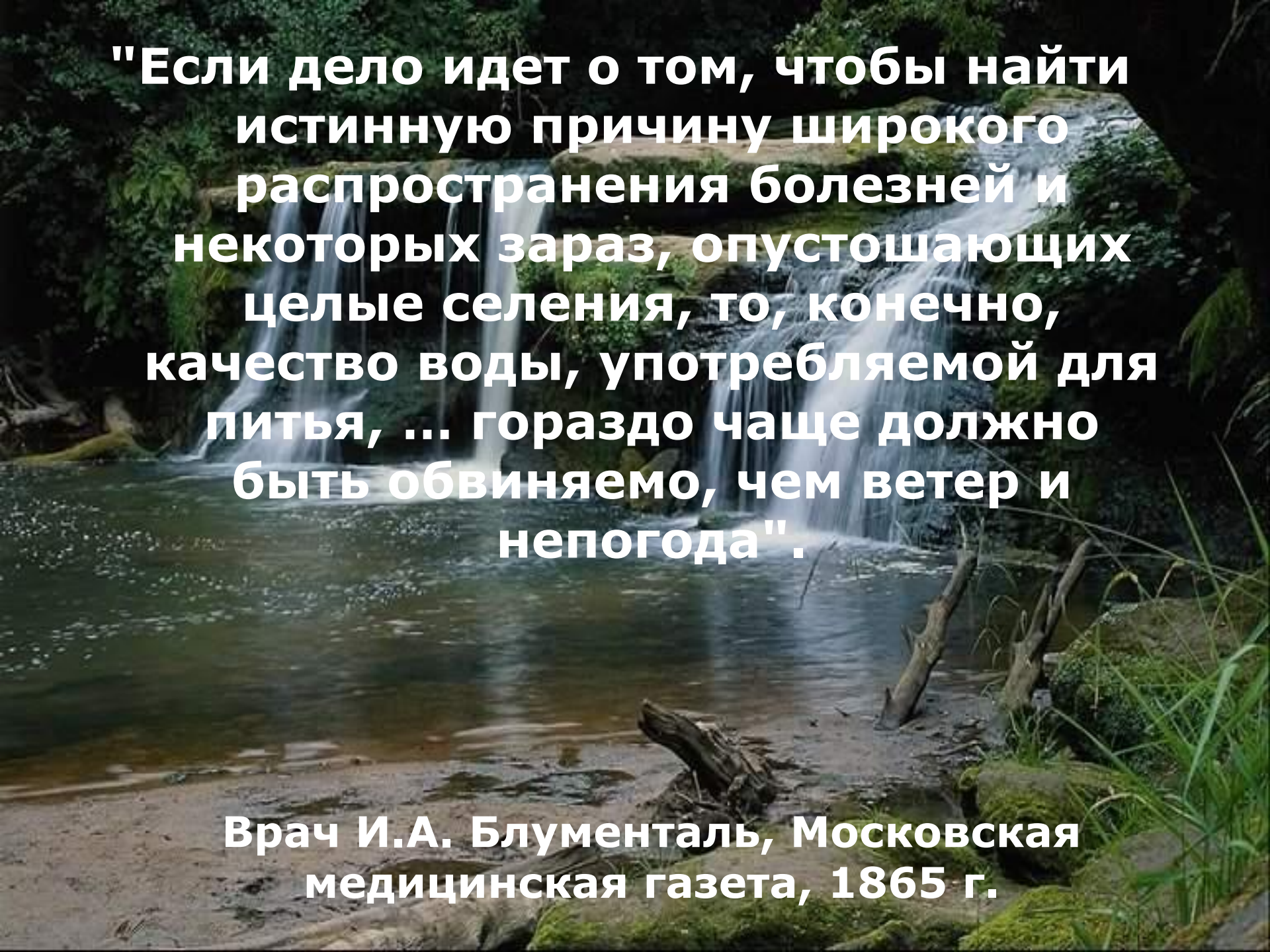
ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВОДЫ

Вода может быть причиной:

- **острых кишечных инфекций;**
- **вирусных заболеваний;**
- **антропозоонозных инфекций;**
- **гельминтозов;**
- **трансмиссивных заболеваний.**

Развитие эпидемии брюшного тифа





"Если дело идет о том, чтобы найти истинную причину широкого распространения болезней и некоторых зараз, опустошающих целые селения, то, конечно, качество воды, употребляемой для питья, ... гораздо чаще должно быть обвиняемо, чем ветер и непогода".

**Врач И.А. Блументаль, Московская
медицинская газета, 1865 г.**

Какую воду надо пить?

Истинно полезная вода — это натуральная вода, обладающая природным качеством, прошедшая только самые необходимые степени очистки, и содержащая необходимые, для сбалансированного развития организма, вещества.

Качество воды

Сегодня:

- 12% поступающей по трубам воды можно пить,
- 15% пить нельзя, фактически, эта вода является ядом и отравляет наших граждан за 5-7 лет.



Требования к качеству питьевой воды

**Безопасность в
эпидемическом
отношении**



По микробиологическим и паразитологическим показателям

**Безопасность в
радиационном
отношении**



По показателям общей α - и β -радиоактивности

Безвредность по химическому составу



По комплексу показателей химического состава

Благоприятность органолептических свойств



По комплексу показателей, влияющих на органолептические свойства воды

***СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод»;**
МУ 2.1.4.783-99 «Гигиеническая оценка материалов, реагентов, оборудования, технологий, используемых в системах водоснабжения»;
***СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»;**
МУ 2.1.4.1060-01 «Санитарно-эпидемиологический надзор за использованием синтетических электролитов в практике питьевого водоснабжения»;
****СП 2.1.5.1059-01 «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения»;**
****СП 2.1.4.1075-01 «Зоны санитарной охраны источников питьевого водоснабжения г. Москвы»;**
СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения»;
СанПиН 2.1.4.1116-02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества».
СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников»;
МУ 2.1.5.1183-03 «Санитарно-эпидемиологический надзор за использованием воды в системах технического водоснабжения промышленных предприятий».
ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»
МУК 4.2.2029-05 «Санитарно-вирусологический контроль водных объектов».
МУК 4.3.2030-05 «Санитарно-вирусологический контроль эффективности обеззараживания питьевых и сточных вод УФ-облучением».

Показатели органолептических свойств питьевой воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы, не более
Запах	баллы	2
Привкус	баллы	2
Цветность	градусы Сr-Co шкалы	20 (35)
Мутность	ЕМФ	2,6 (3,5)
	(единицы мутности по формазину) или мг/л (по коалину)	1,5 (2)

ПРОЦЕССЫ САМООЧИЩЕНИЯ ВОДЫ - удаление взвешенных веществ и биохимическое расщепление и окисление растворенных в воде органических веществ

1. Разбавление чистыми водами

- Дебит водоисточника
- Количество вносимых загрязнений

2. Осаждение частиц на дно

- Скорость течения воды водоисточника
- Характер русла
- Качественная характеристика вносимых загрязнений

3. Минерализация органических веществ

- Климатические условия
- Количество и качество вносимых загрязнений
- Количество и характер животных и растительных

ФАЗЫ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

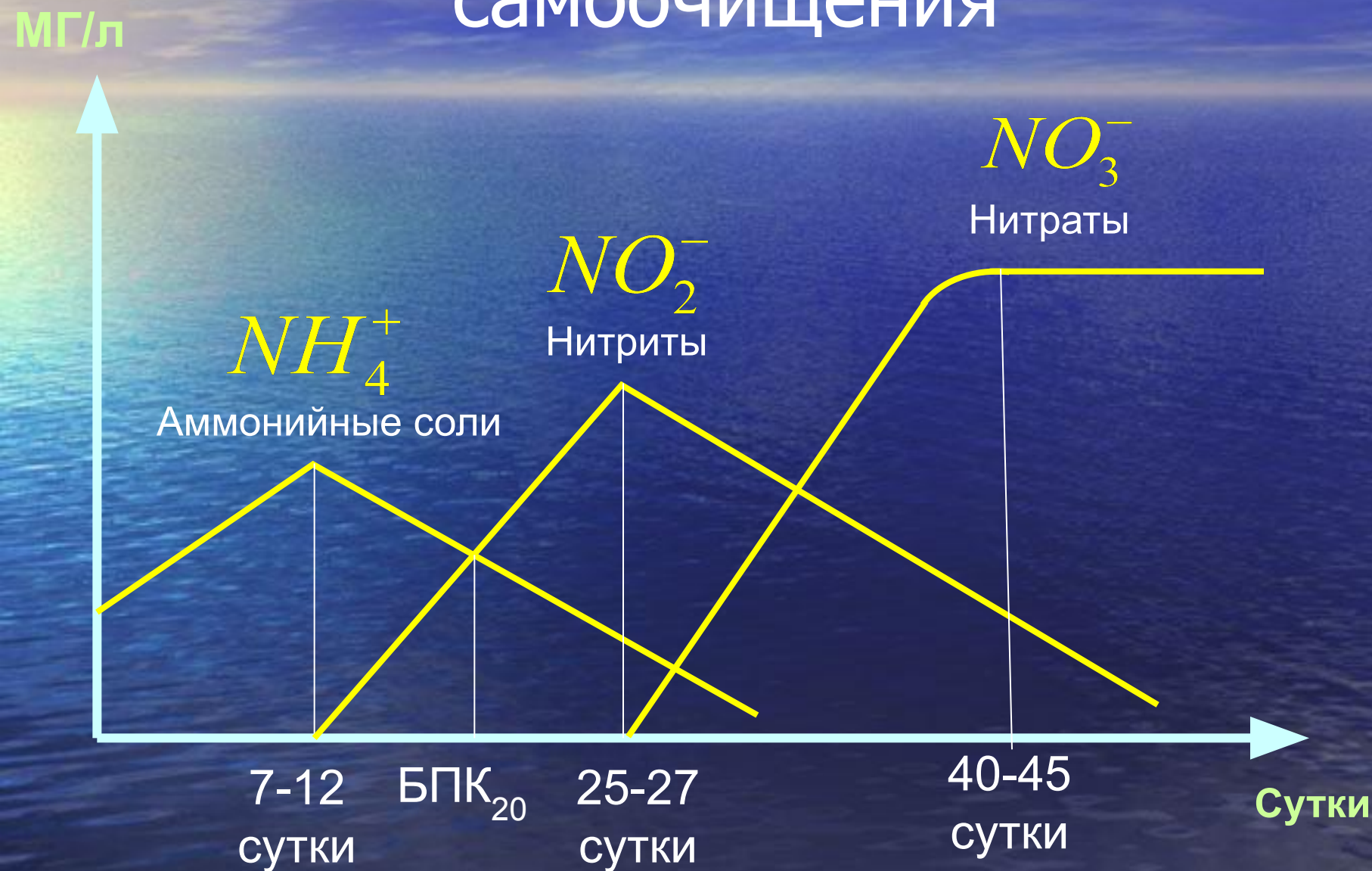
АММОНИФИКАЦИЯ БЕЛКА

процесс постепенного превращения белковой молекулы через стадии альбумоз, пептонов, полипептидов, аминокислот до первого минерального соединения – аммиака и его солей

НИТРИФИКАЦИЯ БЕЛКА



Показатели процессов самоочищения

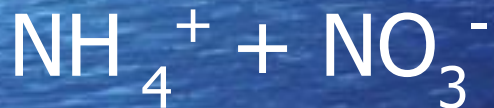
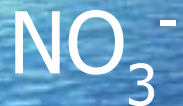
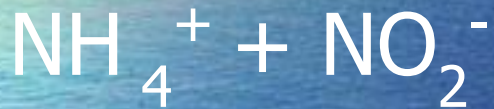


Аммиак- продукт белкового распада, его обнаружение свидетельствует о свежем загрязнении органическими веществами животного происхождения (0,1-0,2 мг/л)

Нитриты - указывают на некоторую давность загрязнения (25-27 сут.), но процессы самоочищения идут (0,001-0,002 мг/л)

Нитраты – свидетельствуют о давних сроках загрязнения, процессы самоочищения завершились (нормируются по токсикологическому признаку вредности – 45 мг/л)

Этапы самоочищения водоисточника



Триада азота

- Может характеризовать процессы минерализации органических веществ животного происхождения
- Может характеризовать процессы минерализации органических веществ растительного происхождения
- Может характеризовать процессы восстановления минеральных веществ (пример аммиачная селитра в условиях недостатка кислорода)
- Может быть и в чистой воде

Косвенные показатели наличия в воде органических веществ

1. Характеризующие потребление кислорода органическими веществами
 - Определение растворенного кислорода
 - БПК
 - Окисляемость
 - ХПК
2. Хлороформенноугольный показатель
3. Соотношение сухого остатка и потери при прокаливании
4. Содержание хлоридов и сульфатов

Содержание в воде растворенного кислорода зависит от:

- Температуры
- Давления
- Зеркальной поверхности водоема
- Турбулентного перемешивания воды
- Зоо- и фитопланктона
- Содержания в воде органических веществ

Определяется пределом растворимости –
таблица Винклера

Ориентировочные величины

- 90% от максимально возможного содержания в воде при данных условиях - **ВОЗМОЖНО** вода чистая
- 80-75% - средней чистоты
- 75-50% - сомнительная вода
- Менее 50% - загрязненная

БПК количество кислорода, необходимого для полного биохимического окисления органических веществ, содержащихся в 1 литре воды при температуре 20⁰С (окисляются легкоокисляемые органические вещества)

- БПК_{полное} – 20 суток
- БПК₅ – примерно 70% от БПК_{полного}

Ориентировочные показатели

БПК₅ – на 1,0 мг/л – очень чистая

БПК₅ – на 2,0 мг/л – чистая

БПК₅ – на 3,0 мг/л – достаточно чистая или умеренно загрязненная

БПК₅ – на 5,0 мг/л – сомнительная (загрязненная)

БПК₅ – на 10,0 мг/л – очень грязная

Окисляемость (перманганатная окисляемость) – количество кислорода пошедшее на окисление легко и среднеокисляемых органических веществ, содержащихся в 1 литре воды

Количество кислорода, содержащегося в окислителе KMnO_4 , необходимого для окисления органических веществ в 1 литре воды, при 10-ти минутном кипячении

Окисляются органические вещества и минеральные соли

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

- 1-2 мг O_2 /л – для артезианской воды
- 2-4 мг O_2 /л – для колодезной воды
- 5-6 мг O_2 /л – для проточной воды
- До 10 мг O_2 /л – для стоячей воды

Химическое потребление кислорода

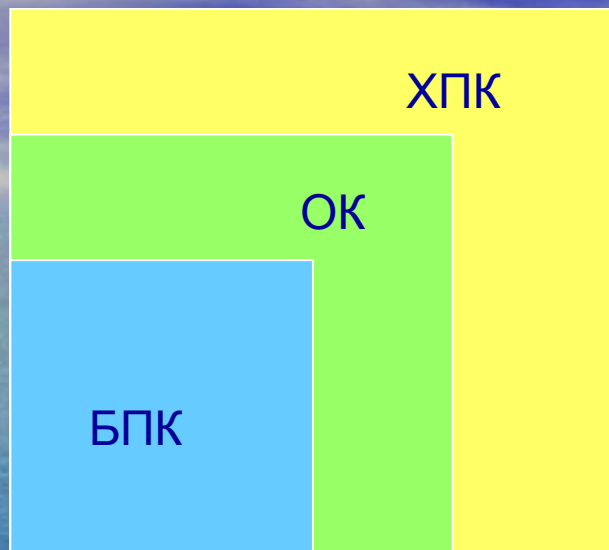
ХПК

Бихроматная окисляемость

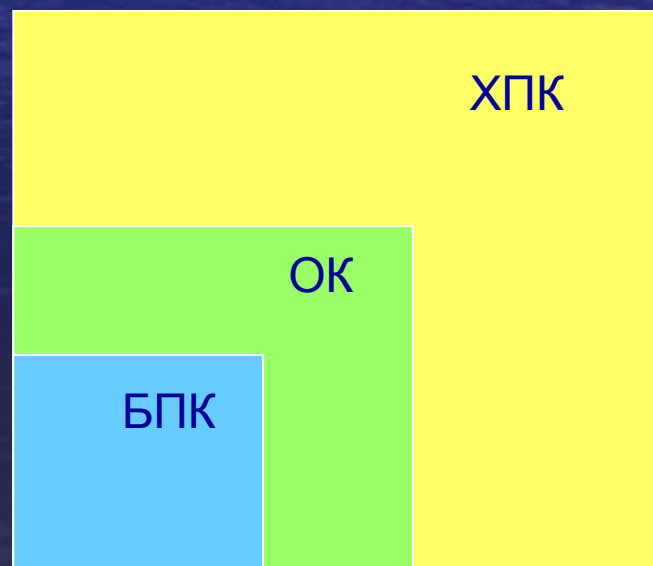
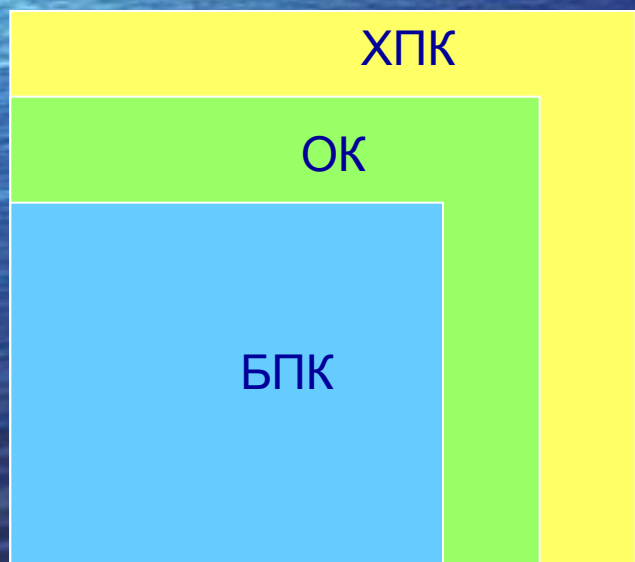
- количество кислорода пошедшее на окисление легко-, средне- и трудноокисляемых органических веществ, содержащихся в 1 литре воды
- Количество кислорода, содержащегося в сильном окислителе $K_2Cr_2O_7$, необходимого для окисления органических веществ в 1 литре воды, при двухчасовом кипячении

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

- 5-7 мг O_2 /л – для закрытого водоисточника
- До 15 мг O_2 /л – для поверхностной воды



$ХПК > ОК > БПК$



Хлороформенноугольный показатель

- ССЕ

- Карбон хлороформ экстракт

Активированный уголь -10 см

500 мл исследуемой воды

Экстракция хлороформом

Характеризует степень загрязнения воды

органическими веществами

промышленного происхождения

- Соотношение сухого остатка и потери при прокаливании 1/3
- Сульфаты и хлориды:
 - Характеризуют минеральный состав воды
 - При увеличении содержания сульфатов и хлоридов по течению реки или в течение промежутка времени можно говорить о возможном поступлении органических веществ животного происхождения – рассматриваются в динамике

Микробиологические и паразитологические показатели качества питьевой воды (СанПин 2.1.41074-01)

Показатели	Единицы измерения	Нормативы
1. Термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ)	Число бактерий в 100 мл ¹⁾	Отсутствие
2. Общие колиформные бактерии (ОКБ) ²⁾	Число бактерий в 100 мл ¹⁾	Отсутствие
3. Общее микробное число ²⁾ (ОМЧ)	Число образующихся колоний бактерий в 1 мл	Не более 50
4. Колифаги ³⁾	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	Отсутствие
5. Споры сульфитредуцирующих клостридий ⁴⁾	Число спор в 20 мл	Отсутствие
6. Цисты лямблий	Число цист в 50 мл	Отсутствие

Примечания:

- 1) При определении проводится трехкратное исследование по 100 мл отобранной пробы воды.
- 2) Превышение норматива не допускается в 95% проб, отбираемых в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети в течение 12 месяцев, при количестве исследуемых проб не менее 100 за год.
- 3) Определение проводится только в системах водоснабжения из поверхностных источников перед подачей воды в распределительную сеть.
- 4) Определение проводится при анализе эффективности дезинфекции воды.

Микробиологические и паразитологические показатели эпидемиологической безопасности

Поверхностных вод (СанПиН 2.1.5.980-00)

- ТКБ
- ОКБ
- Колифаги
- **Возбудители кишечных инфекций**
- **Яйца гельминтов**
- **Цисты лямблий**

Питьевой воды (СанПиН 2.1.4.1074-01)

- ТКБ
- ОКБ
- **ОМЧ**
- Колифаги
- **Споры сульфит-редуцирующих клостридий**
- **Цисты лямблий**

Воды плавательных бассейнов (СанПиН 2.1.2.1188-03)

- ОКБ
- ТКБ
- Колифаги
- **Золотистый стафилококк**
- **Возбудители кишечных инфекций**
- **Синегнойная палочка**
- **ОМЧ (для аквапарков)**

Общие колиформные бактерии –

микроорганизмы, обитающие в кишечнике, характеризующиеся высоким уровнем выживаемости

- Характеризуют очистку воды - как недостаточную
- возможность вторичного загрязнения воды после очистки в распределительной сети
- вероятность фекального загрязнения

Термотолерантные колиформные бактерии

- Показатель свежего фекального загрязнения

Общее микробное число

- Интегральный показатель загрязнения воды всеми видами бактерий
- Рассматривается при наблюдении за качеством воды в динамике
- Сигнал о нарушении в технологии водоподготовки
- Свидетельствует о неблагополучии в распределительной сети

1. Колифаги не патогены и безопасны для человека.
2. Колифаги имеют единый с энтеровирусами источник поступления в окружающую среду.
3. Являясь вирусами бактерий, по морфологическим, физико-химическим свойствам, размерам, строению, устойчивости к факторам ОС и дезинфектантам, «К» наиболее близки к энтеровирусам.
4. Обнаруживаются во всех объектах, где встречаются энтеровирусы.
5. Не размножаются в воде.
6. Концентрации колифагов в воде превышают таковые у энтеровирусов.
7. Методы выделения колифагов просты, и экспрессны по сравнению с выделением вирусов.
8. Исследования показали также эпидемиологическую значимость колифагов.

Споры сульфитредуцирующих кlostридий

- Старое фекальное загрязнение
- В сочетании с БГКП – свежее фекальное загрязнение
- Косвенный показатель оценки качества очистки воды от устойчивых к обеззараживанию кишечных вирусов, простейших

Цисты лямблий (цисты криптоспоридий)

- Обладают устойчивостью, по сравнению с бактериями и вирусами, к действию обеззараживающих веществ, применяемых при подготовки воды
- Подготовка воды поверхностного водоисточника

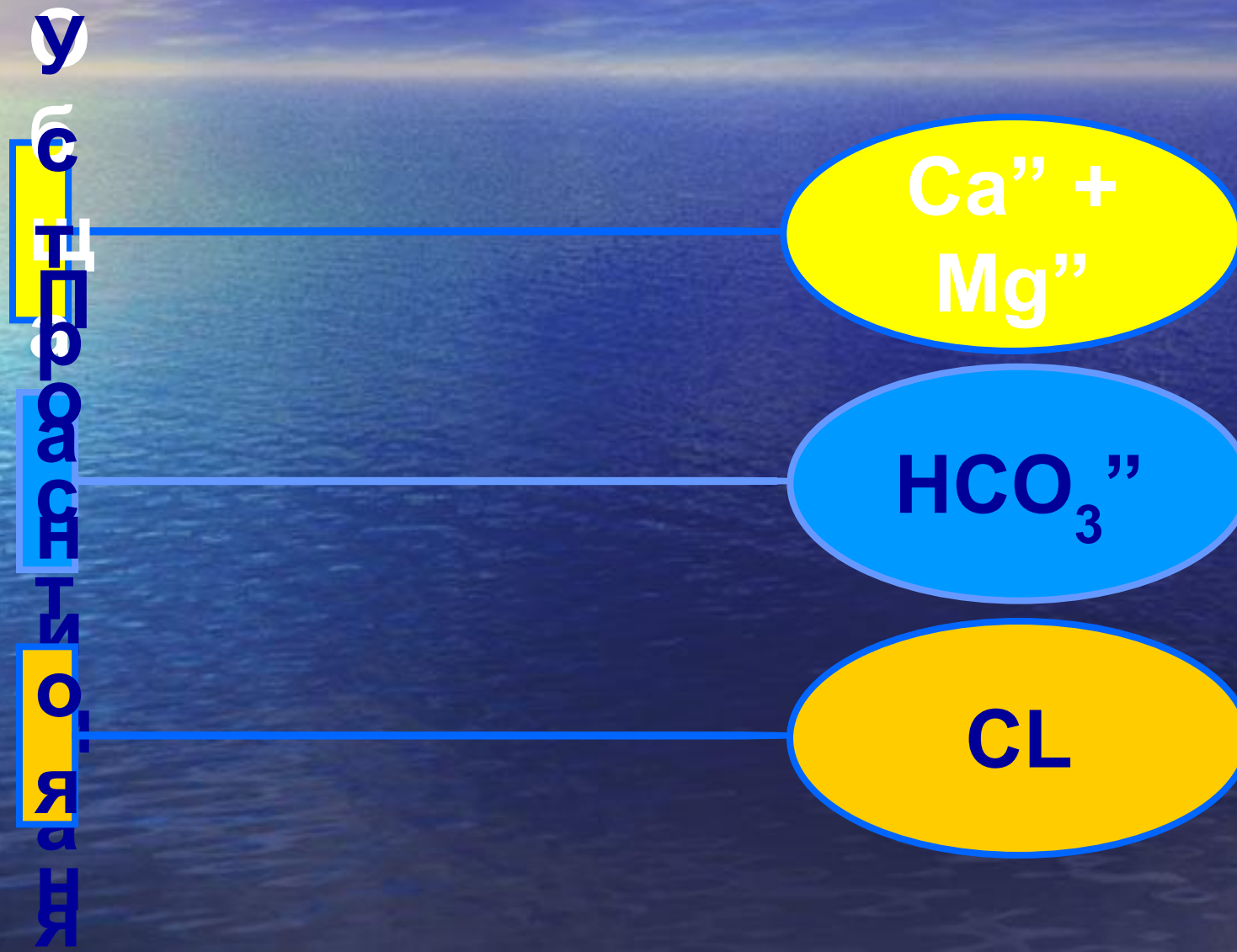
Показатели радиационной безопасности

Показатели		Единицы измерения	Значение, не более	Показатель вредности
Общая радиоактивность	α -	Бк/л	0,2	Радиац.
Общая радиоактивность	β -	Бк/л	1,0	Радиац.

Обобщенные показатели

Показатели	Единицы измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК)), не более
Водородный показатель	единицы рН	в пределах 6-9
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	1000 (1500)
Жесткость общая	ммоль/л	7,0 (10)
Окисляемость перманганатная	мг/О ₂ /л	5,0
Нефтепродукты, суммарно	мг/л	0,1
Поверхностно-активные вещества (ПАВ), анионоактивные	мг/л	0,5
Фенольный индекс	мг/л	0,25

Виды жесткости



ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ ЖЕСТКОСТИ НА ОРГАНИЗМ

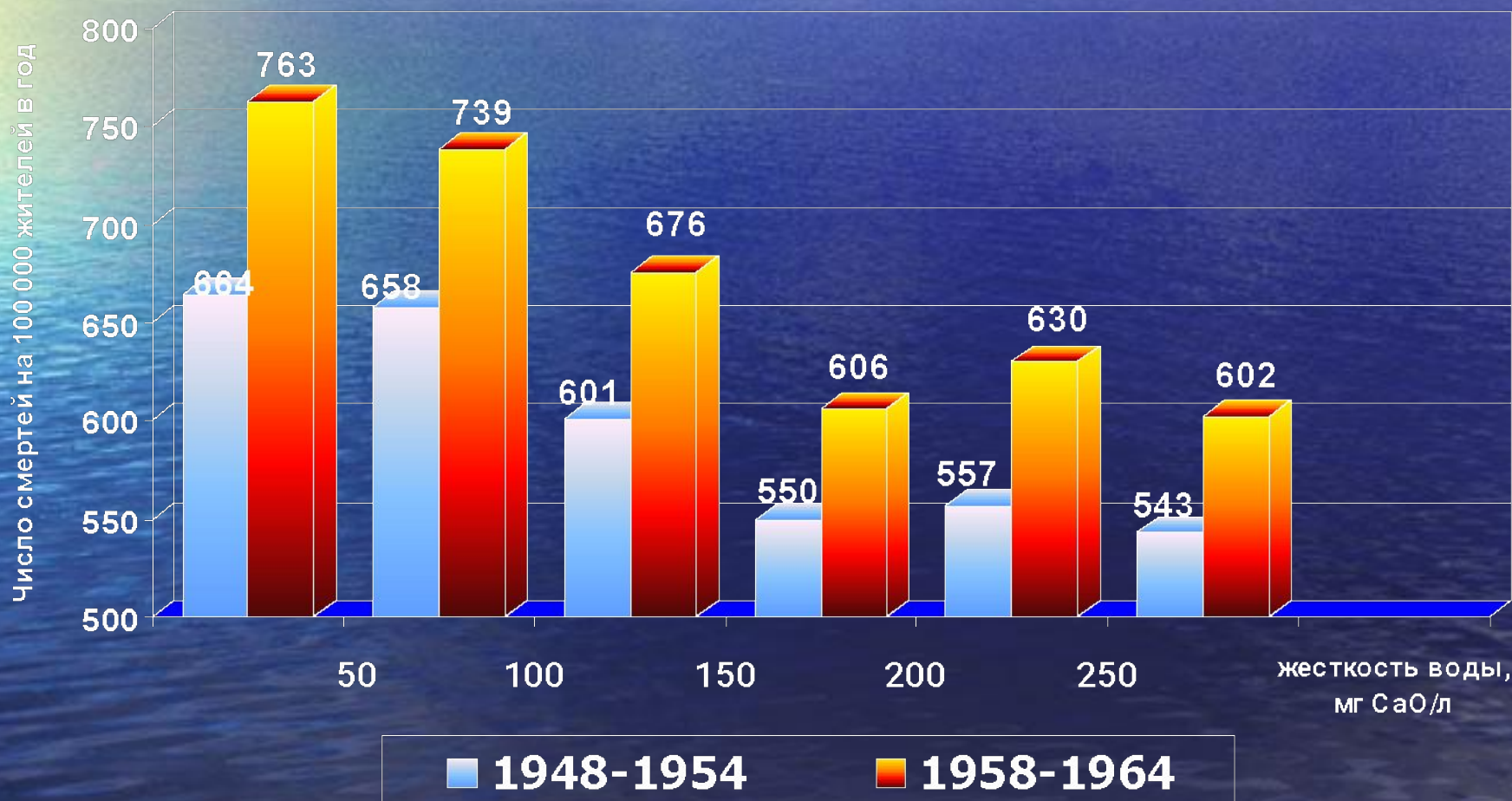
ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННАЯ ВОДА НАРУШАЕТ:

- водно-солевой обмен:
 - ▣ увеличивает гидрофильность тканей;
 - ▣ снижает диурез;
- функцию пищеварения:
 - ▣ угнетает секреторную деятельность;
 - ▣ усиливает моторику кишечника;
- кислотно-щелочное равновесие;
- риск моче- и желчекаменной болезни.

МАЛОМИНЕРАЛИЗОВАННАЯ ВОДА НАРУШАЕТ:

- водно-солевой баланс;
- повышает выброс НА в кровь;
- риск сердечно-сосудистой патологии.

Жесткость питьевой воды и смертность от сердечно-сосудистых заболеваний среди мужчин в возрасте 45-64 лет в городах Англии и Уэльса (по М. Гарднеру)



Атмосферные воды



- прозрачны, бесцветны, безвкусны;
- богаты растворенными газами;
- физиологически неполноценны.

Поверхностные водоисточники



- средней минерализации;
- органолептические и физические свойства неблагоприятны;
- химический состав непостоянен, зависит от сезона года, характера почв;
- доступны для загрязнений.

Подземные водоисточники МЕЖПЛАСТОВЫЕ (напорные и ненапорные)



- идеальны по физическим и органолептическим показателям;
- жесткие; богаты солями;
- насыщены CO₂;
- надежно защищены;
- безопасны в эпидемиологическом отношении.

Причины снижения жизнеспособности



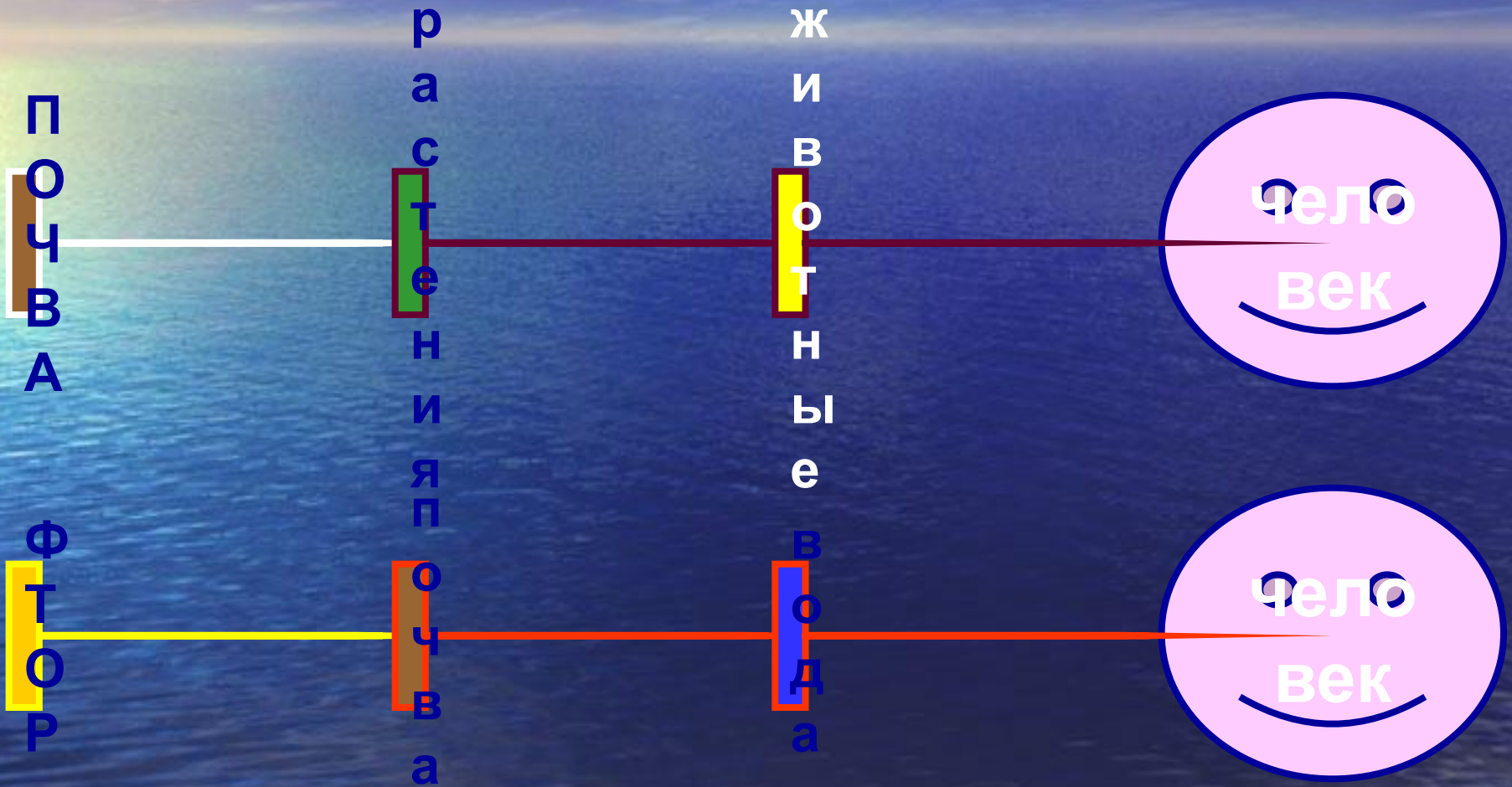
photo by Vladimir Kalinn (www.baw.ru)

Употребление питьевой воды, не только не содержащей полезные элементы, но и являющейся носителем вредных для здоровья примесей.

Неорганические и органические вещества

Показатели	Единицы измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК)), не более	Показатель вредности	Класс опасности
Неорганические вещества				
Алюминий (Al^{3+})	мг/л	0,5	с.-т.	2
Барий (Ba^{2+})	мг/л	0,1	с.-т.	2
Бериллий (Be^{2+})	мг/л	0,0002	с.-т.	1
Бор (В, суммарно)	мг/л	0,5	с.-т.	2
Железо (Fe, суммарно)	мг/л	0,3 (1,0) орг.	3	
Кадмий (Cd, суммарно)	мг/л	0,001	с.-т.	2
Марганец (Mn, суммарно)	мг/л	0,1 (0,5)	орг.	3
Медь (Cu, суммарно)	мг/л	1,0	орг.	3
Молибден (Mo, суммарно)	мг/л	0,25	с.-т.	2
Мышьяк (As, суммарно)	мг/л	0,25	с.-т.	2
Никель (Ni, суммарно)	мг/л	0,1	с.-т.	3
Нитраты (по NO_3)	мг/л	45	орг.	3
Ртуть (Hg, суммарно)	мг/л	0,0005	с.-т.	1
Свинец (Pb, суммарно)	мг/л	0,03	с.-т.	2
Селен (Se, суммарно)	мг/л	0,01	с.-т.	2
Стронций (Sr^{2+})	мг/л	7,0	с.-т.	2
Сульфаты (SO_4^{2-})	мг/л	500	орг.	4

ПУТИ ПОСТУПЛЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМ



Вклад воды в суточную дозу поступления биогенных элементов в организм



Ca – 20%

Mg – 25%

F – 50-80%

I – 50%

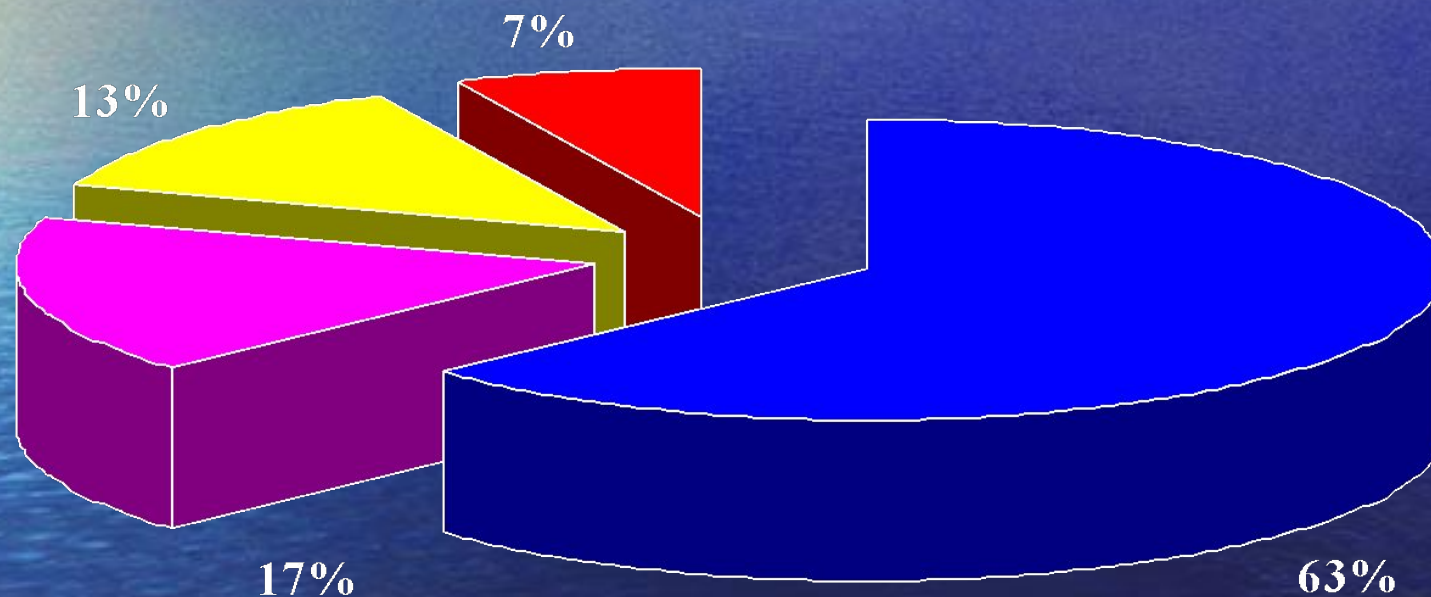


**За счет питьевой воды можно
восполнить до 1/4 -1/3 суточной
потребности биогенных элементов.**

БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ПРОВИНЦИЯ – это такой географический район, где причинным фактором заболеваний является характерный минеральный состав воды, растительности и животных вследствие недостатка или избытка микроэлементов в почве;

а заболевания, возникающие в этих районах, называются **ГЕОХИМИЧЕСКИМИ ЭНДЕМИЯМИ**, или **ЭНДЕМИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ**

Комплексная антропогенная нагрузка (вклад факторов среды обитания, %)



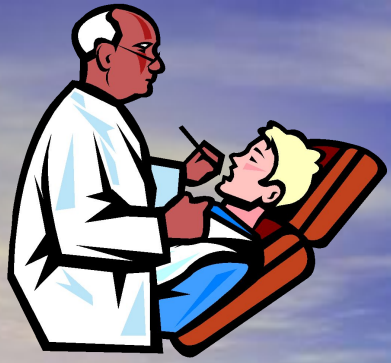
- питьевая вода
- пищевые продукты
- атмосферный воздух
- почва

Фтор в воде водоисточников различных стран (по М.Г. Коломейцевой)

Наименование республик	Количество проб	Содержание фтора, мг/л	
		минимальное	максимальное
Россия	2878	0,01	10,5
Украина	4681	0,02	5,6
Белоруссия	48	0,0	4,0
Казахстан	2428	0,1	11,0
Узбекистан	247	0,1	4,0
Таджикистан	18	0,4	3,2
Латвия	216	0,1	2,2
Эстония	120	0,1	5,2
Грузия	100	0,04	0,44
Азербайджан	744	0,4	5,6

Пораженность молочных зубов кариесом у детей 3-7 лет в зависимости от содержания фтора в питьевой воде (Н. Бадзиан-Кобоз и В. Андреска-Водаз, цит. по Р. Д. Габовичу)





Кариес зубов – болезнь №1 – 88% населения

- разрушение жевательного аппарата,
- воспалительные процессы челюстно-лицевой области,
- аллергизация организма,
- заболевания ЛОР органов,
- заболевания пищеварительной, выделительной и других систем.

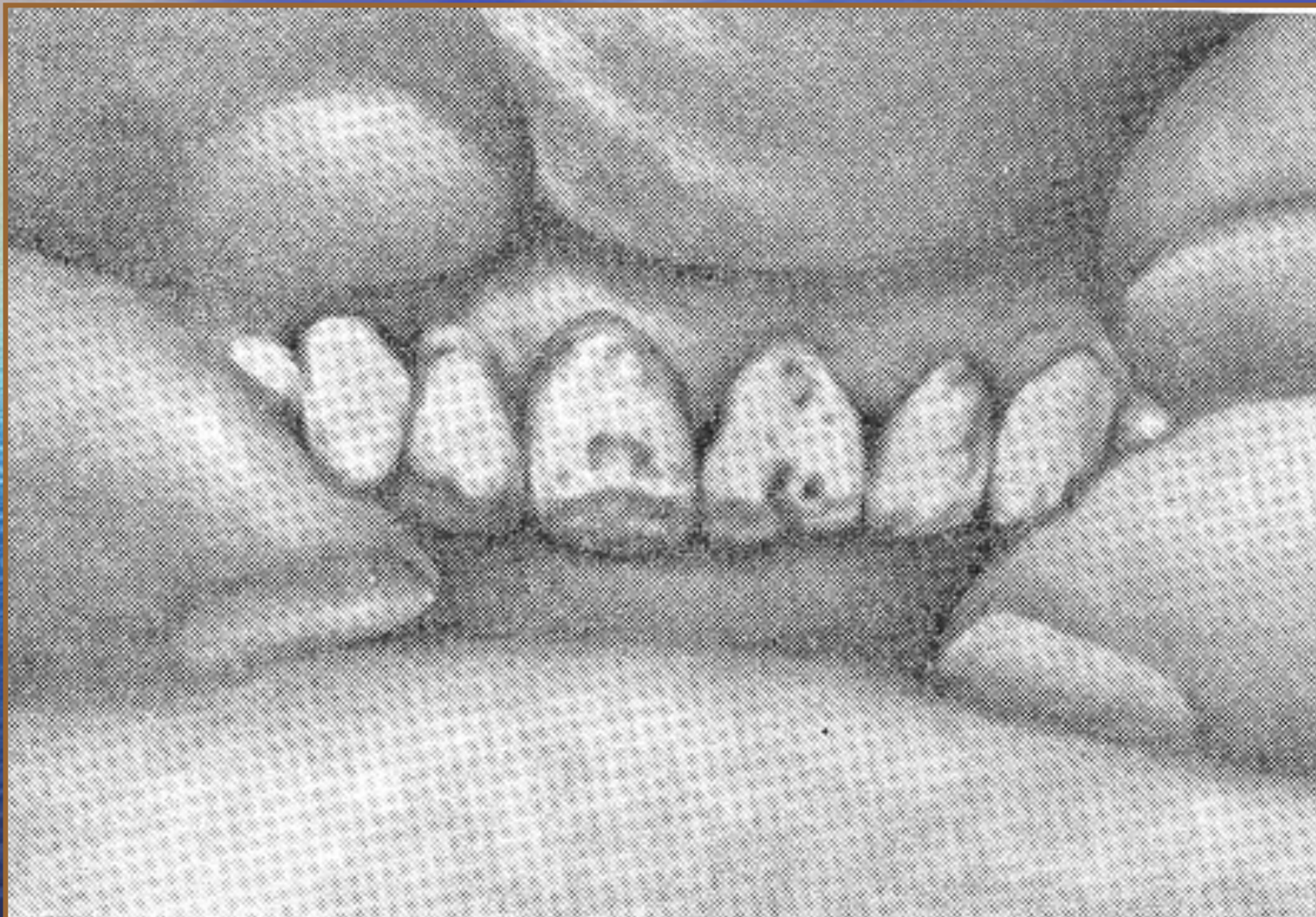
Формы гипофторозов

В то же время кариес – это частное проявление «гипофторозных состояний». Почти 99% фтора в организме находится в составе твердых тканей. Мягкие ткани бедны фтором. При дефиците фтора происходит его активная мобилизация из костей, что приводит к резорбции костной ткани. Различают несколько форм гипофторозов:

- внутриутробный, врожденный гипофтороз, который сопровождается недоразвитием скелета, врожденными аномалиями костей черепа;
- гипофтороз детей грудного возраста и раннего дошкольного возраста. У детей замедляется темп роста, прорезывание зубов, рахит;
- у детей школьного возраста гипофтороз проявляется в виде кариеса зубов.

К группам риска в районах, где почвы и вода бедны фтором, относят женщин в период беременности, лактации и в первые 2 года постклимактерического периода, а также лиц пожилого возраста.

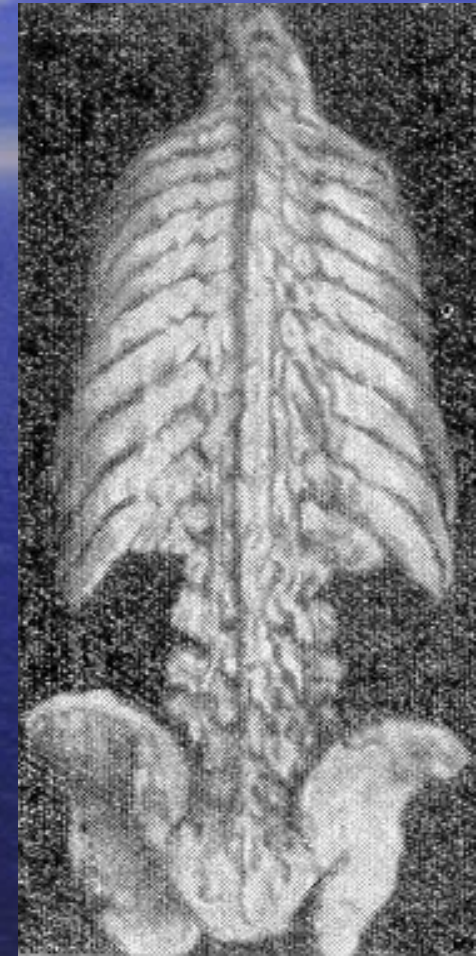
Флюороз зубов



Гиперфторозы

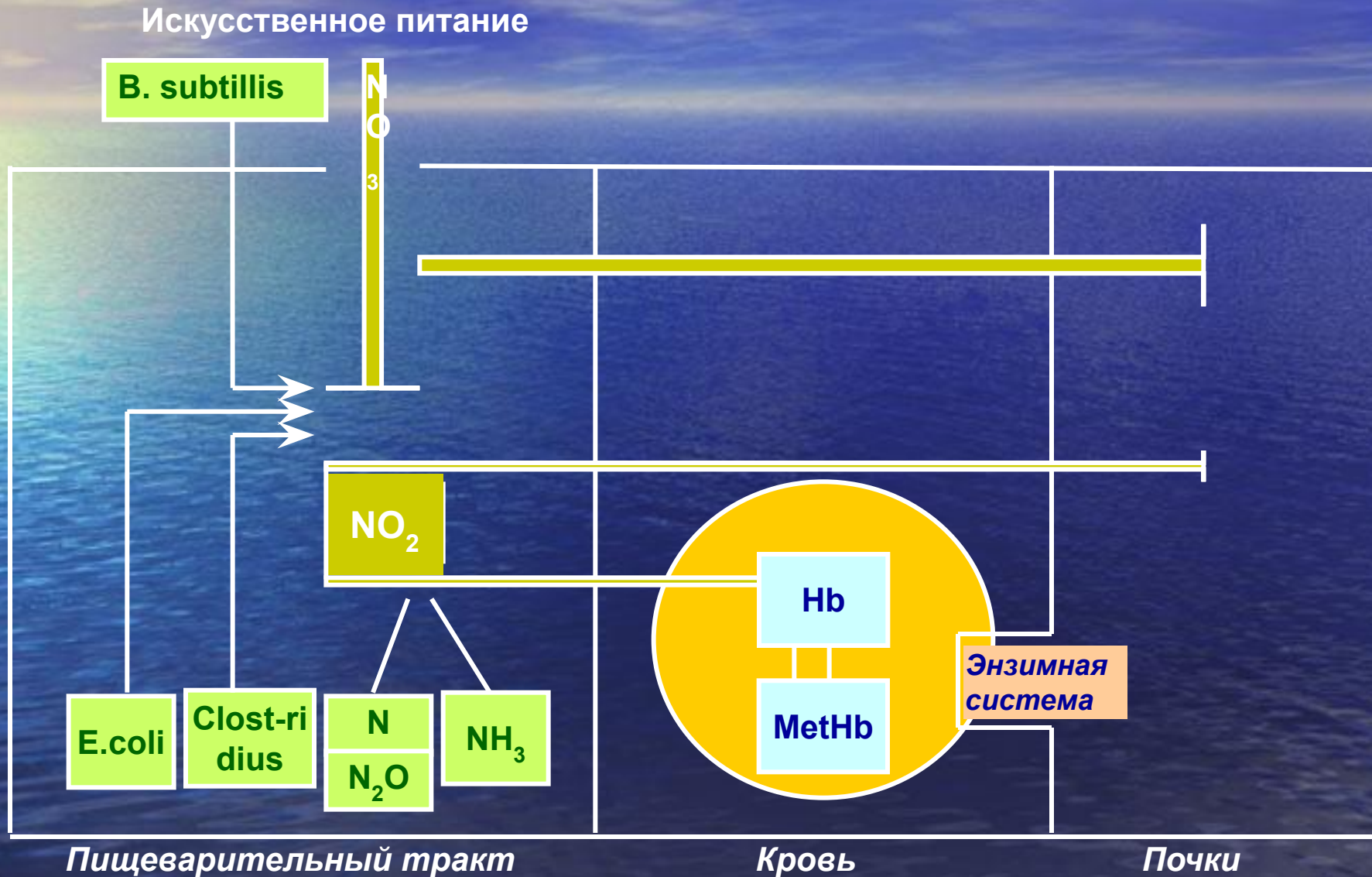
При длительном (в течение 10-20 лет) потреблении воды с концентрацией фтора 10 мг/л и выше могут наблюдаться изменения со стороны костно-суставного аппарата: остеосклероз, диффузный остеопороз, костные отложения на ребрах, деформация скелета. Патогенез эндемического флюороза изучен недостаточно, но считается, что в основе заболевания лежит нарушение обмена кальция. Так, обычно в твердых тканях зуба содержится 0,01-0,05% фтора, а при флюорозе – 0,082-0,28% фтора в постоянных зубах и 0,3-0,7% в молочных, т.е. в 2-4 раза больше.

Установлен факт устойчивости зубов к кариесу у населения, потребляющего воду с повышенным содержанием фтора. Причина заключается в том, что фтор, попадая в ткань зубов в период кальцификации, отлагается в виде фтористого кальция, обладающего кислотно-резистентными свойствами.



Эндемический
флюороз
скелета

Схема патогенеза нитратно-нитритной метгемоглобинемии у грудных детей (по Ф.Н. Субботину, 1960)



Гигиеническое нормирование водных загрязнений насчитывает без малого 100 лет

Первые законодательные акты в области гигиены воды :



**США
1912 г.**

Запрет на использование
общих кружек для питья воды
в общественном транспорте



**США
1914 г.**

1-й официальный
стандарт качества
питьевой воды
(бактериологический)



**Россия
1937 г.**

1-й в стране и в Европе
государственный
стандарт качества
питьевой воды
(бактериология +
показатели
органолептических
свойств воды)

Гигиеническое нормирование как научное направление находится в
постоянном развитии, требующем решения целого ряда проблем

Показатели содержания вредных веществ, поступающих в воду и образующихся в процессе ее обработки в системе водоснабжения

Показатели	Единицы измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК)), не более	Показатель вредности	Класс опасности
Хлор	мг/л			
– остаточный свободный	мг/л	в пределах 0,3-0,5	орг.	3
– остаточный связной	мг/л	в пределах 0,8-1,2	орг.	3
Хлороформ (при хлорировании воды)	мг/л	0,2	с.-т.	2
Озон остаточный	мг/л	0,3	орг.	
Формальдегид (при озонировании воды)	мг/л	0,05	с.-т.	2
Полиакриламид	мг/л	2,0	с.-т.	2
Активированная кремнекислота (по Si)	мг/л	10	с.-т.	2
Полифосфаты (по PO₄³⁻)	мг/л	3,5	орг.	3

Трансформация веществ (4×10^{-4} моль/л) при хлорировании и под воздействием ультрафиолетового излучения

Вещество	Количество продуктов трансформации, образовавшихся при хлорировании (56 мг/л активного хлора)	Из них известны как канцерогены и мутагены	Количество продуктов трансформации, образовавшихся под воздействием УФИ (80 мДж/см ²)	Из них известны как канцерогены и мутагены
Циклогексен	10	5	-	-
Бутиловый спирт	8	4	3	1
Ацетофенон	9	5	-	-
Анилин	12	6	-	-
Метилнафталин	13	6	-	-
Фенилксилилэтан	13	4	8	1

В воде после хлораммонизации

в настоящее время идентифицируют

от 300 до 500

продуктов трансформации.

Большинство из них – **канцерогены и
мутагены:**

- **тригалометаны**
- **галогенонитро-, аминосоединения**
- **галогеноуксусные кислоты**
- **нитрозамины**

Сравнительная оценка методов обеззараживания

Критерий	Хлор	Хлорцианураты	ClO ₂	Озон	УФО
Образование галогенорганических соединений	Да	Да	нет	иногда	нет
Образование свободных радикалов	иногда	иногда	иногда	Да	иногда
Образование других опасных продуктов трансформации	иногда	Да	Да	Да	иногда
Появление постороннего запаха воды	Да	Да	иногда	нет	нет
Остаточное действие обеззараживания	да	да	да	Нет	Нет