

Лекция 4

Гигиена воды

План лекции

- Физиологическое, гигиеническое, народно-хозяйственное значение воды. Нормы хозяйственно-бытового водопотребления.
- Влияние солевого состава воды на развитие заболеваний. Биогеохимические провинции. Эпидемиологическое значение воды, особенности водных эпидемий.
- Гигиеническая характеристика атмосферных, поверхностных и подземных вод.
- Самоочищение природных вод. Охрана водоисточников от загрязнения.
- Требования к качеству воды централизованного и децентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения по органолептическим, химическим и микробиологическим показателям.

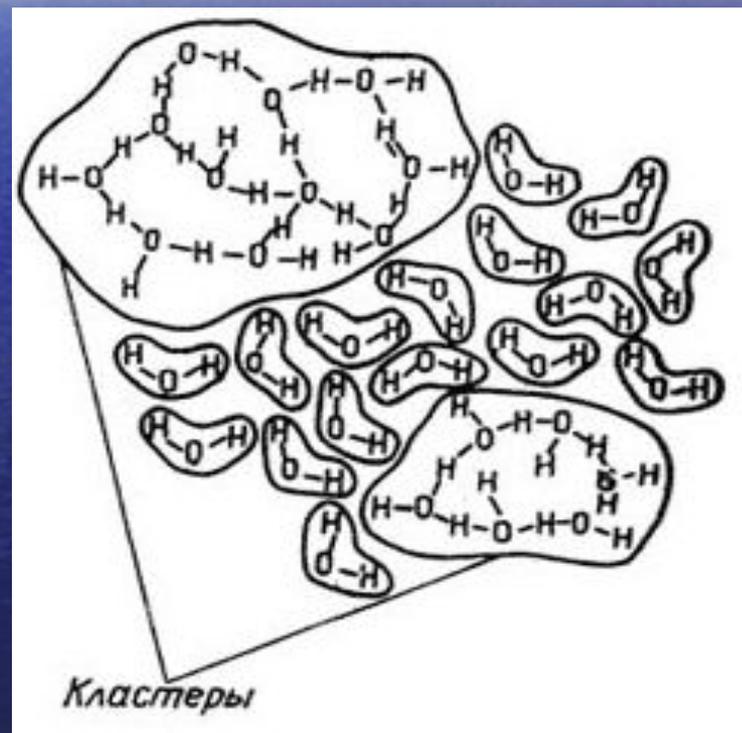
- *"Вода! Вода, у тебя нет ни вкуса, ни цвета, ни запаха, тебя невозможно описать, тобой наслаждаются, не ведая, что ты такое! Нельзя сказать, что ты необходима для жизни: ты – сама жизнь, ты наполняешь нас радостью, которую не объяснить нашими чувствами... Ты самое большое богатство на свете..."*

Антуан де Сент-Экзюпери.

- Вода – составная часть биосферы. Она занимает около $\frac{3}{4}$ поверхности Земли.
- Все водные ресурсы Земли образуют **гидросферу** – океаны, моря, озёра, реки, водохранилища, болота, подземные воды, ледники, снежный покров, капельно-жидкая вода в атмосфере, почвенная влага.
- Вода входит в состав всех живых организмов.

Структура воды

- Молекула воды представляет собой диполь, содержащий положительный и отрицательный заряды на полюсах.
- В кристалле льда каждая молекула воды связана с 4-мя соседними молекулами водородными связями.
- В жидком состоянии водородные связи молекул воды спонтанные, короткоживущие, быстро рвутся и образуются вновь, при этом возникают т.н. **кластеры**



По содержанию солей воды делят на:

- - пресные , в них солей до 1 г/л;
- - солоноватые – до 2,5 г/л;
- - солёные – более 2,5 г/л;
- - рассолы – с содержанием солей более 50 г/л (вода лиманов, солёных озёр).

Из общего количества воды на Земле только **2,5 %** приходится на долю **пресной воды**.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВОДЫ

Содержание воды в организме

- - трёхдневный зародыш на 90% состоит из воды
- - новорождённый – на 80%
- - организм взрослого человека - около 65% воды (у мужчин в среднем – 69%, у женщин – 51 %).

Содержание воды в органах и тканях

- кровь – 92%
- внутренние органы – 76-86 %
- мышцы – 70 %
- жировая ткань – 30 %
- кости – 22%

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВОДЫ

Суточная потребность человека в воде зависит от выполняемой работы, внешних условий, состояния здоровья, возраста. Для взрослого человека в комфортных микроклиматических условиях потребность в воде составляет

- 2,2 – 2,8 л в сутки, в том числе
- 1,5 литра человек получает за счёт выпитой воды,
- 600-900 мл – за счёт воды, входящей в состав пищевых продуктов,
- 300-400 мл воды образуется в результате окислительных процессов в организме.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВОДЫ

Потеря воды организмом

- 1,5 л с мочой,
- 400-600 мл с потом,
- 350-400 мл с выдыхаемым воздухом,
- 100-150 мл с калом.

Реакция организма

- Потеря 1-1,5 л воды - ощущение жажды,
- потеря воды в количестве 10 % от массы тела – нарушение обмена веществ,
- потеря 15-20 % воды при температуре воздуха выше 30 °С смертельна, а 25 % – несовместима с жизнью и при более низких температурах воздуха.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВОДЫ

- Вода – это универсальный растворитель.
- Участвует в процессах ассимиляции и диссимиляции, сорбции и десорбции, в реакциях гидролиза и окислительно-восстановительных, регулирует осмотическое давление в тканях.
- Обеспечивает водно-солевой обмен, процессы пищеварения, дыхания, выделительную функцию организма.
- Участвует в теплорегуляции организма.
- С водой в организм поступают минеральные вещества.

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ, ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВОДЫ

Вода необходима для

- поддержания чистоты тела,
- стирки белья, мытья посуды, овощей, ягод, фруктов,
- приготовления пищи,
- уборки жилых и общественных зданий, поливки улиц, зелёных насаждений,
- противопожарных целей,
- функционирования сплавной системы канализации,
- производства всех видов продукции,
- является мощным средством закаливания,
- оказывает лечебное действие.

НОРМЫ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

- В условиях использования водоразборных колонок (без водопровода и канализации) – 30-50 л;
- при наличии водопровода, канализации и отсутствии ванн – 125-160 л в сутки на человека;
- при наличии водопровода, канализации и ванн – 160-250 л;
- при наличии водопровода, канализации, ванн, централизованного горячего водоснабжения – 250-350 л.

ЖЁСТКОСТЬ ВОДЫ

- совокупность свойств, обусловленная содержанием в ней солей **кальция и магния**.

- Различают три вида жёсткости:

- общую, обусловленную всеми соединениями кальция и магния;
- постоянную (сульфаты, хлориды);
- временную (устранимую кипячением - монокарбонаты).

- По степени жёсткости воду делят на

- мягкую (жёсткость до 3,5 мг-экв/л),
- средней жёсткости (3,5-7 мг-экв/л),
- жёсткую (7-14 мг-экв/л),
- очень жёсткую (свыше 14 мг-экв/л).

ВЛИЯНИЕ СОЛЕВОГО СОСТАВА ВОДЫ НА РАЗВИТИЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Компонент	ПДК	Гигиеническое значение
Фториды	1,5 мг/л	Кариез (<0,5), флюороз (>1,5)
Нитраты	45 мг/л	Метгемоглобинообразование
Сульфаты	500 мг/л	Диспепсические явления
Хлориды	350 мг/л	Нарушение желудочной секреции, гипертензия
Жёсткость воды	7 (10) мг-экв/л	Уролитиаз
Железо	0,3 мг/л	Изменение органолептических свойств воды
Марганец	0,1 мг/л	Изменение органолептических свойств воды
Свинец	0,03 мг/л	Поражение нервной системы
Молибден	0,25 мг/л	Молибденовая подагра
Ртуть	0,0005 мг/л	Болезнь Минамата (нервн.с-ма)
Кадмий	0,001 мг/л	Болезнь Итай-Итай (кости, мышцы, почки)

ВЛИЯНИЕ СОЛЕВОГО СОСТАВА ВОДЫ НА РАЗВИТИЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ

- **Биогеохимические провинции** – территории, где наблюдается избыток или недостаток каких-либо элементов в почве, а, следовательно, в воде, а также в тканях растений, животных и человека, проживающих на данных территориях, что сопровождается появлением **эндемичных** для данных территорий **заболеваний**.
- Различают
 - естественные биогеохимические провинции – связанные с природными особенностями местности, и
 - искусственные – связанные с антропогенными загрязнениями.

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВОДЫ

Водным путем передаются:

- - бактериальные заболевания: холера, брюшной тиф, паратифы А и Б, дизентерия, колиэнтериты;
- зоонозы: лептоспироз, туляремия, бруцеллёз, сибирская язва;
- - вирусы: вирус инфекционного гепатита, полиомиелита, энтеровирусы, аденовирусы, вирус Коксаки, вирус бассейнового конъюнктивита и др.;
- - протозойные заболевания: амебиаз, лямблиоз, балантидиаз;
- - геогельминты: аскариды, власоглав;
- биогельминты: описторхи, цепни, шистосомы, ришта, печёночная двуустка и др.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Различают атмосферные, поверхностные и подземные воды.

- **Атмосферные воды** – это осадки в виде дождя, снега, льда. Для хозяйственно-питьевых нужд эти воды используются редко, лишь в тех регионах, где нет других водоисточников (на Крайнем Севере в пустынях).

Атмосферные воды маломинерализованы, мягкие, но могут быть существенно загрязнены выбросами промышленности и автотранспорта.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Поверхностные воды

- формируются из атмосферных осадков, стекающих по неровностям почвы и скапливающихся на водоупорных горизонтах в виде рек, озёр, водохранилищ, прудов, морей и океанов. Используются для водоснабжения городов.
- Отличаются непостоянством химического состава;
- подвержены значительным антропогенным загрязнениям,
- имеют высокий уровень микробного загрязнения,
- нельзя использовать без очистки и обеззараживания.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

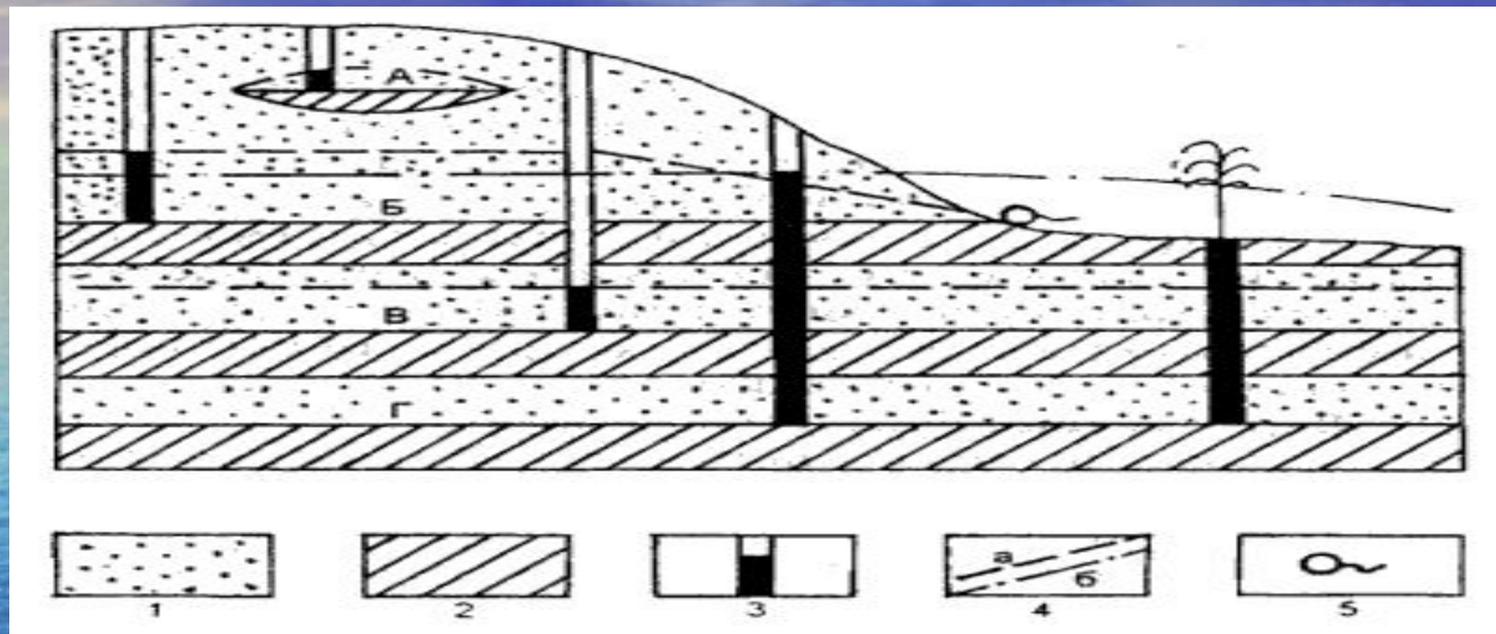
Подземные воды

- формируются из атмосферных осадков, проходящих через толщу почвы и задерживающихся на водонепроницаемых слоях глины, гранита.

По условиям залегания различают:

- ✓ почвенные,
- ✓ грунтовые,
- ✓ межпластовые безнапорные и напорные (артезианские) воды.

Схема залегания подземных вод



А — верховодка;

Б — грунтовые воды;

В — безнапорные межпластовые воды;

Г — напорные подземные воды;

1 — проницаемые и 2 — непроницаемые (водоупорные) породы; 3 — буровые скважины и уровни воды в ней, одна из них — артезианская — фонтанирует; 4 — уровни воды: 5 — источник (родник)

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Почвенные воды

- залегают неглубоко (2-3 м),
- обильны весной, летом пересыхают, зимой промерзают.
- Качество вод определяется загрязненностью атмосферных осадков.
- Количество этих вод невелико.
- Органолептические свойства неудовлетворительные.
- Как источники водоснабжения эти воды интереса не представляют.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Грунтовые воды

- скапливаются на первом от поверхности земли водоупорном слое на глубине от 10-15 до нескольких десятков метров;
- питание этих горизонтов осуществляется в основном за счет фильтрации атмосферных осадков;
- могут загрязняться в результате хозяйственно-бытовой деятельности человека;
- в бактериальном отношении эти воды чище, чем почвенные, но не всегда надежно защищены;
- имеют довольно стабильный химический состав, могут содержать значительное количество двухвалентного железа;
- могут использоваться для децентрализованного, местного водоснабжения.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Межпластовые воды

- располагаются на глубине до 100 и более метров между двумя водонепроницаемыми пластами. Могут быть безнапорными и напорными (артезианскими).
- Надежно изолированы от атмосферных осадков и грунтовых вод;
- безопасны в бактериальном отношении;
- имеют богатый стабильный химический состав, который зависит от состава почв, образующих дно и кровлю водоносных горизонтов.
- Запас артезианских вод ограничен, их трудно добывать, нередко вода содержит слишком много солей. Однако при выборе источника водоснабжения **предпочтение** следует отдавать **артезианским водам** как наиболее чистым.

ФАКТОРЫ САМООЧИЩЕНИЯ ВОДОЁМОВ

Физические факторы :

- разбавление и перемешивание загрязнителей с основной массой воды;
- механические процессы осаждения взвешенных частиц;
- изменение температуры воды (низкая сдерживает процесс самоочищения, высокая ускоряют этот процесс);
- ультрафиолетовое излучение.

ФАКТОРЫ САМООЧИЩЕНИЯ ВОДОЁМОВ

Химические факторы:

- окисление органических и неорганических веществ;
- минерализация органических веществ за счёт деятельности микроорганизмов.

Процессы биохимического окисления заканчиваются образованием конечных продуктов – нитратов, карбонатов, сульфатов.

ФАКТОРЫ САМООЧИЩЕНИЯ ВОДОЁМОВ

Биологические факторы самоочищения – взаимодействие водных растительных организмов, водорослей, грибков, бактериофагов с организмами поступающих стоков. При этом происходит отмирание сапрофитных и патогенных микроорганизмов.

Скорость самоочищения зависит от мощности водоёма и степени загрязнения. У небольших и непроточных водоёмов способность к самоочищению невелика.

ФАКТОРЫ САМООЧИЩЕНИЯ ВОДОЁМОВ

- Показателем степени загрязнённости воды органическими веществами и интенсивности процесса самоочищения является биохимическое потребление кислорода (БПК) – это количество кислорода, необходимое для полного биохимического окисления веществ, содержащихся в 1 л воды при температуре 20 °С.
- Самоочищение подземных вод происходит в основном благодаря фильтрации через почву и процессам минерализации, что обуславливает освобождение воды от органических примесей и микроорганизмов.

ОХРАНА ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Зона санитарной охраны – специально выделенная вокруг источника территория, на которой должен соблюдаться установленный режим, с целью охраны водоисточника, водопроводных сооружений и окружающей территории от загрязнения.

- Зона санитарной охраны делится на 3 пояса:
 - 1-й пояс – зона строгого режима;
 - 2-й пояс – зона ограничений;
 - 3-й пояс – зона наблюдения.

ОХРАНА ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Зона строгого режима – участок, где находятся место забора воды и головные сооружения водопровода. Сюда включается

- акватория, не менее 200 м вверх по течению и не менее 100 м ниже водозабора;
- береговая полоса не менее чем на 100 м от водозабора во всех направлениях.

Здесь запрещаются проживание и пребывание посторонних лиц, любые виды деятельности, кроме добычи и улучшения качества воды. Территория охраняется.

ОХРАНА ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

- **Зона ограничений** – территория, окружающая водоём и его притоки, использование которой для промышленности, сельского хозяйства и строительства ограничено.
- Для открытых водоисточников протяженность пояса вверх по течению определяется расстоянием, необходимым для самоочищения воды. Для крупных рек составляет 20-30 км.
Нижняя граница 2-го пояса устанавливается не менее 250 м от водозабора.

НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

- **СанПиН 2.1.4.1074-01.** Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды **централизованных** систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
- **СанПиН 2.1.4.1175-02.** Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. «Гигиенические требования к качеству воды **нецентрализованного** водоснабжения Санитарная охрана водоисточников».

Гигиенические требования к воде

Питьевая вода должна быть:

- безопасной в эпидемическом и
- радиационном отношении;
- безвредной по химическому составу;
- благоприятной по органолептическим свойствам.

Статья 19. № 52-ФЗ «О СЭБН»

Требования к органолептическим свойствам воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы, не более
Запах	Баллы	2 (3)
Привкус	Баллы	2 (3)
Цветность	Градусы	20 (30)
Мутность	Мг/л	1,5

Требования к микробиологическим и паразитологическим показателям питьевой воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы
Общее микробное число	Число образующих колонии бактерий в 1 мл	Не более 50 (100)
Общие колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл (3-х кратное исследование)	Отсутствие
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл (3-х кратное исследование)	Отсутствие
Колифаги	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	Отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий	Число спор в 20 мл	Отсутствие
Цисты лямблий	Число цист в 50 л	Отсутствие

МЕТОДЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОДЫ

- **Основные:**

1. очистка (коагуляция, отстаивание, фильтрация);

2. обеззараживание:

- химические (хлорирование, озонирование, серебрение и др.);

- физические (кипячение, УФО, УЗИ, СВЧ и др.).

- **Специальные:** обезжелезивание, фторирование, обесфторивание, дегазация, дезодорация, дезактивация, опреснение, минерализация.

КОАГУЛЯЦИЯ

– процесс укрупнения коллоидных и диспергированных частиц, происходящий вследствие их слипания под воздействием сил молекулярного притяжения; сопровождается образованием видимых невооруженным глазом хлопьев, выпадающих в осадок при отстаивании.

Коагуляция происходит при помощи коагулянтов и флокулянтов.

- Коагулянты: сернокислый алюминий (глинозём), железный купорос, хлорное железо.
- Флокулянты - полиакриламид.

ХЛОРИРОВАНИЕ



Хлорноватистая кислота (HClO), гипохлорит-ион (OCl⁻) – **свободный активный хлор** – оказывает бактерицидный эффект.

ХЛОРИРОВАНИЕ

- **Хлорпоглощаемость воды** – количество активного хлора, расходуемое на окисление органических, легкоокисляющихся неорганических веществ и уничтожение бактерий.
- **Хлорпотребность воды** – суммарное количество хлора, необходимое для удовлетворения хлорпоглощаемости воды и обеспечения наличия остаточного хлора (0,3-0,5 мг/л свободного и 0,8-1,2 мг/л связанного).

СПОСОБЫ ХЛОРИРОВАНИЯ

- Хлорирование по хлорпотребности или хлорирование нормальными дозами. При этом способе после 30-минутного контакта хлора с водой летом и 1-часового зимой должно обеспечиваться наличие в воде 0,3-0,5 мг/л остаточного свободного хлора или 0,8-1,2 мг/л остаточного связанного хлора.
- Хлорирование с преаммонизацией, при этом до введения хлора в воду добавляют гидрат аммония. Метод применяется для уменьшения образования хлорфенолов, придающих воде аптечный запах.

СПОСОБЫ ХЛОРИРОВАНИЯ

- Суперхлорирование (пере-, гиперхлорирование)

или хлорирование большими (избыточными) дозами хлора. В воду вносится повышенное количество активного хлора, значительно превышающее её хлорпоглощаемость (от 5 до 30 и более мг/л).

Используется в экстремальных условиях (в полевых условиях, в период водных эпидемий инфекционных заболеваний).

Избыток хлора, мешающий употреблению этой воды для питья, устраняется введением в воду **гипосульфита (тиосульфата) натрия** (3,5 мг на 1 мг хлора) или фильтрацией воды через активированный уголь.

СПОСОБЫ ХЛОРИРОВАНИЯ

- **Двойное хлорирование.** На многих речных водопроводах хлор подаётся в воду первый раз перед отстойниками, второй раз после фильтров. Введение хлора перед отстойниками улучшает коагуляцию и обесцвечивание воды, подавляет рост микрофлоры на очистных сооружениях, увеличивает надёжность обеззараживания, но при этом увеличивается возможность образования хлорорганических соединений.

БЛАГОДАРЮ

ЗА ВНИМАНИЕ !