

Комплексное использование и охрана водных ресурсов

21 -22 - лекции

Качество водных ресурсов (природных вод)

Маматов Собитжон Алижонович

“Экология и управление водными ресурсами”,
старший преподаватель

План

1. Качество природных вод и их показатели.
2. Физические показатели качества природных вод.
3. Химические показатели качества природных вод.
4. Оценка качества воды по интегральным показателям.
5. Бактериологические показатели качества природных вод

Качество природных вод

- ✓ Вода в природе никогда не бывает в идеальном химически чистом состоянии.
- ✓ Природная вода это раствор, в её составе всегда присутствует какие то растворенные вещества, ионы, газы.
- ✓ Качество природной воды всегда зависит от местных географических условий расположения и водоносных горных пород, в среде которых существует и протекает вода.
- ✓ Вода при прохождении средо определенных горных пород питается теми элементами, которых содержит горная порода. Например протекая через слои известняка, вода обогащается известью, протекая через доломиты обогащается магнием.

Качество природных вод

- ✓ Под качеством природной воды в целом понимается характеристика ее состава и свойств, определяющая ее пригодность для конкретных видов водопользования.
- ✓ Показатели качества воды разделяют на:
 - ✓ физические;
 - ✓ химические;
 - ✓ бактериологические.

Физические показатели качества вод

Физические показатели качества природных вод характеризуется **органолептическими показателями**, для определения которых человек пользуется органами чувств (зрением, обонянием, вкусом) :

- ✓ температура,
- ✓ прозрачность,
- ✓ мутность,
- ✓ привкус,
- ✓ запах.
- ✓ **Температура воды** должна быть в пределах 7-12°C, выше которого вода теряет свою охлаждающую способность. Вода имеющая температуру ниже 5°C может стат причиной простудного заболевания.

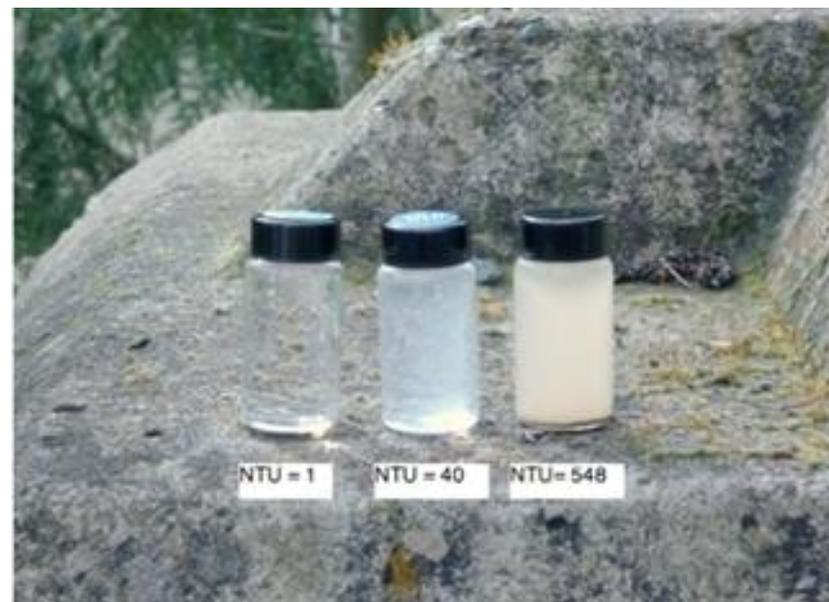
Качество природных вод – мутность

Мутность воды это присутствие в её составе тонкодисперсных примесей, обусловленных нерастворимыми или коллоидными неорганическими и органическими веществами различного происхождения.

Мутность воды измеряется в мг/л или г/л.

По мутности состав воды характеризуют как:

- ✓ мутность отсутствует;
- ✓ слабомутная;
- ✓ мутная;
- ✓ сильно мутная.



Качество природных вод – мутность

- ✓ Мутность в природных водах обуславливается присутствием в составе воды не растворимых частиц (ила и песка) и органических соединений (илистой грязи, микроорганизмов).
- ✓ Мутность поверхностных вод обычно высокая, а мутность подземных вод низкая.
- ✓ Например, мутность реки Амударьи, в некоторые периоды года выше чем, 12-14 г/л.
- ✓ По требованиям O'zDSt 950:2011 «Ичимлик сув» мутность питьевой воды не должна превышать 1,5 мг/дм³ по каолину.

Качество природных вод – прозрачность

Когда вода имеет незначительные окраску и мутность, и их определение затруднительно, пользуются показателем "прозрачность".

Мера прозрачности - высота столба воды, при которой можно наблюдать опускаемую в воду белую пластину определенных размеров (диск Секки) или различать на белой бумаге шрифт определенного размера и типа (шрифт Снеллена).

При массовых анализах в лабораторных условиях для определения мутности воды используют специальные приборы, такие как мутномер, нефлометр

Прозрачность воды

- ✓ В природных водах прозрачность воды измеряется с помощью диска Секки и выражается в метрах.
- ✓ В питьевой воде прозрачность определяют по шрифту Снеллена с помощью цилиндра.
- ✓ При этом цилиндр располагают над шрифтом, появление шрифта сквозь толщи воды в цилиндре показывает прозрачность воды в сантиметрах.

Прозрачность	Единица измерения, см
Прозрачная	более 30
Слабомутная	более 25, менее 30
Средней мутности	более 20, менее 25
Мутная	более 10, менее 20
Сильно мутная	менее 10

Качество природных вод – запах

В природных водах в зависимости от происхождения различают запахи естественного (отмершие в воде организмы, гнивающие растительные остатки) и искусственного происхождения (примеси сточных вод). Интенсивность запаха оценивают по шести бальной шкале.

Интенсивность запаха, баллы	Характеристика	Описательные определения
0	Запаха нет	Отсутствие ощутимого запаха
1	Очень слабый	Запах, не замечаемый потребителем, но обнаруживаемый опытным исследователем
2	Слабый	Запах, не привлекающий внимания потребителя, но обнаруживаемый им, если указать на него
3	Заметный	Запах, легко обнаруживаемый и могущий дать повод относиться к воде с неодобрением
4	Отчетливый	Запах, обращающий на себя внимание и делающий воду неприятной для питья
5	Очень сильный	Запах, сильный настолько, что делает воду непригодной для питья

Качество природных вод – вкус (привкус)

В составе природных вод из-за присутствия посторонних веществ появляется вкус (привкус). Привкус также оценивают по шести бальной шкале.

Оценка вкуса и привкуса, баллы	Интенсивность вкуса и привкуса	Характер проявления вкуса и привкуса
0	Нет	Вкус и привкус не ощущается
1	Очень слабая	Вкус и привкус сразу ощущается потребителем, но обнаруживаются при тщательном тестировании
2	Слабая	Вкус и привкус замечаются, если обратить на это внимание
3	Заметная	Вкус и привкус легко замечаются и вызывают неодобрительный отзыв о воду
4	Отчетливая	Вкус и привкус обращают на себя внимание и заставляют воздержаться от питья
5	Очень сильная	Вкус и привкус настолько сильны, что делают воду непригодной к употреблению

Для питьевой воды допускаются значения показателей вкуса и привкуса не более 2 баллов. По привкусу вода может оцениваться также как, соленый, горький, сладкий, кислый.

Качество природных вод – цветность

Цветность природных вод обуславливается присутствием в воде гумусовых веществ и соединений трехвалентного железа. Выражается в градусах платино-кобальтовой шкалы и определяется путем сравнения окраски исследуемой воды с эталонами.

Цветность	Единицы измерения, градус платино-кобальтовой шкалы
Очень малая	До 25
Малая	Более 25 до 50
Средняя	Более 50 до 80
Высокая	Более 80 до 120
Очень высокая	Более 120

Химические свойства воды

- ✓ pH - активность ионов водорода;
- ✓ Электропроводимость (ЕС)- минерализация воды;
- ✓ Катионы:
 - Кальций- Ca^{2+} , Магний - Mg^{2+} , Натрий - Na^+ , калий - K^+ , железо - Fe^{3+} .
- ✓ Анионы:
 - Сульфаты $(\text{SO}_4)^{2-}$, гидрокарбонаты $(\text{HCO}_3)^{2-}$, хлориды $(\text{Cl})^-$, нитраты $(\text{NO}_3)^{2-}$.
- ✓ Загрязняющие вещества:
 - ✓ нефтепродукты, СПАВ, пестициды, тяжелые металлы.
- ✓ Органические соединения:
 - ✓ Растворенный в воде кислород (O_2);
 - ✓ Биохимическая потребность в кислороде (БПК_5 , BOD , БПК)
 - ✓ Окисляемость перманганатая, бихроматная (ХПК , COD).

Химические показатели качества воды

Показатель рН показывает активность ионов водорода (или гидроксид-ионов). При рН=7 вода нейтральная, при рН меньше 7 — кислая, при рН больше 7 —щелочная.

Группа воды	рН
Сильнокислая	Менее 3,0
Кислая	Более 3,0 до 5,0
Слабокислая	Более 5,0 до 6,5
Нейтральная	Более 6,5 до 7,5
Слабощелочная	Более 7,5 до 8,5
Щелочная	Более 8,5 до 9,5
Сильнощелочная	Более 9,5

От величины рН зависит развитие и жизнедеятельность многих организмов, агрессивное действие воды на металлы и бетон.

В соответствии с требованиями в питьевой воде, величина рН не должна выходить за пределы интервала значений 6,5-8,5

Общая жесткость воды

Жесткость воды обуславливается наличием в воде ионов кальция, магния, стронция, бария, железа, марганца.

Общее содержание в природных водах ионов кальция и магния намного больше чем других ионов.

Поэтому под жесткостью понимают сумму количеств ионов кальция и магния - общая жесткость. Измеряется в мг экв/л.

Группа воды	Единица измерения, ммоль/л
Очень мягкая	До 1,5
Мягкая	Более 1,5 до 4,0
Средней жесткости	Более 4 до 8
Жесткая	Более 8 до 12
Очень жесткая	Более 12

Общая жесткость воды

- ✓ Общая жесткость воды, складывается из значений карбонатной (временной, устраняемой кипячением) и некарбонатной (постоянной) жесткости.
- ✓ Первая вызвана присутствием в воде гидрокарбонатов кальция и магния, вторая - наличием сульфатов, хлоридов, нитратов и фосфатов.
- ✓ По стандарту ISO 6107-1-8:1996, жесткость определяется как способность воды образовать пену мылом.
- ✓ В питьевых водах (по O'zDSt 950:2011) общая жесткость не должен превышать значения 7 мг экв/л.

Минерализация воды, плотный остаток

- **Минерализация** - суммарное содержание всех найденных при химическом анализе воды минеральных веществ.
- Минерализация природных вод, определяет их удельную электропроводность.
- Большинство рек имеет минерализацию от нескольких десятков миллиграммов в литре до нескольких сотен.
- В питьевой воде минерализация не должен превышать 1000 мг/л.

Минерализация природных вод

Наименование воды	Общая минерализация, г/л
Ультрапресная	до 0,1
Пресная	более 0,1 до 1,0
Слабосоленая	более 1,0 до 3,0
Соленая	более 3,0 до 10,0
Сильносоленая	более 10,0 до 50,0

Растворенный кислород

- Поступление кислорода в водоем происходит путем растворения его при контакте с воздухом (абсорбции), а также в результате фотосинтеза водными растениями, т.е. в результате физико-химических и биохимических процессов.
- Содержание растворенного кислорода зависит от температуры, атмосферного давления, минерализации воды и др.
- В поверхностных водах содержание растворенного кислорода может колебаться от 0 до 14 мг/л.
- В зимний и летний периоды количество кислорода в воде различается.

Растворенный кислород

ПДК растворенного в воде кислорода для водоемов – источников питьевого водоснабжения не менее 4 мг/л.

Уровень загрязнения воды и класс качества

Вид воды, класс	Время года	
	лето, мг/л	зима, мг/л
Очень чистые, I	9	14-13
Чистые, II	8	12-11
Умеренно загрязненные, III	7-6	10-9
Загрязненные, IV	5-4	5-4
Грязные, V	3-2	5-1
Очень грязные, VI	1-0	1-0

Дефицит кислорода чаще наблюдается в водных объектах, где высокие концентрации загрязняющих органических веществ и где большое количество биогенных и гумусовых веществ.

Биохимическая потребность в кислороде (БПК)

- БПК - показатель качества воды, характеризующий суммарное содержание в воде органических веществ.
- Органические вещества появляются в воде в результате разрушения останков организмов растений и животных, как живших в воде, так и попавших в водоем.
- В естественных условиях находящиеся в воде органические вещества разрушаются бактериями с образованием двуокиси углерода.
- При этом на окисление потребляется растворенный в воде кислород.

Биохимическая потребность в кислороде (БПК)

- В процессе окисления органических веществ в воде, происходит уменьшение концентрации растворенного кислорода, что является мерой содержания в воде органических веществ.
- Чаще определяют БПК₅, который в поверхностных водоемах находится в пределах 0,5-4,0 мг/л.

Степень загрязнения (класс чистоты)	БПК ₅ , мг O ₂ /дм ₃
Очень чистая	0,5-1,0
Чистая	1,1-1,9
Умеренно загрязненная	2,0-2,9
Загрязненная	3,0-3,9
Грязная	4,0-10,0
Очень грязная	Более 10,0

БПК для водоемов хозяйственно-питьевого водопользования - 3 мг/л

Окисляемость перманганатная, бихроматная

- Величина, характеризующая содержание в воде органических и минеральных веществ, окисляемых одним из самых сильных окислителей при определенных условиях, называется **окисляемостью**.
- Существует несколько видов окисляемости воды: перманганатная, бихроматная, иодатная, цериевая.
- Для природных мало загрязненных вод рекомендуется определять перманганатную окисляемость;
- в более загрязненных водах определяют, бихроматную окисляемость (ХПК).

Окисляемость перманганатная

Окисляемость перманганатная определяется мгО/л, если учитывается масса ионов кислорода в составе перманганата калия (KMnO_4), пошедшего на окисление "органики".

Характеристика вод по перманганатной окисляемости

Величина окисляемости	Единица измерения, мг О/л
Очень малая	до 4
Малая	более 4 до 8
Средняя	более 8 до 12
Высокая	более 12 до 20
Очень высокая	более 20

Биогенные элементы

Биогенные элементы являются:

- продуктами жизнедеятельности различных организмов;
- "строительным материалом" для живых организмов.

К биогенным элементам относятся соединения:

- азота (нитраты, нитриты, органические и неорганические аммонийные соединения),
- фосфора (ортофосфаты, полифосфаты, органические эфиры фосфорной кислоты и др.).

Биогенные элементы - нитраты

- **Нитраты** являются солями азотной кислоты.
- Повышенное содержание нитратов в воде может служить индикатором загрязнения водоема в результате распространения фекальных либо химических загрязнений (сельскохозяйственных, промышленных).
- Согласно нормам ПДК нитратов для питьевой воды составляет 45 мг/л.
- Повышенное количество нитратов, могут вызывать различные заболевания.
- Допустимое суточное потребление по рекомендациям ВОЗ - 5 мг на кг массы тела.

Биогенные элементы – ион аммония

- **Ионы аммония** являются продуктом разложения белков животного и растительного происхождения. Образовавшийся аммоний вновь вовлекается в процесс синтеза белков.
- Аммонийные соединения в больших количествах входят в состав минеральных и органических удобрений, присутствуют в нечистотах (фекалиях).
- Поэтому повышенное содержание аммонийного азота в воде является признаком хозяйственно-фекального загрязнения.
- По требованиям ВОЗ, содержание аммония в питьевой воде не должно превышать 0,5 мг/л.

Биогенные элементы - нитриты

- **Нитриты** являются солями азотистой кислоты.
- Нитрит-анионы являются промежуточными продуктами биологического разложения азотсодержащих органических соединений.
- Благодаря способности превращаться в нитраты, нитриты, как правило, отсутствуют в поверхностных водах.
- Согласно нормам ПДК нитритов (по NO_2^-) в воде водоемов составляет 3,3 мг/л, для питьевой воды – 2,0 мг/л.

Биогенные элементы - фосфаты

- **Фосфор** является необходимым элементом для жизни всех организмов и растений.
- Избыток **фосфора** приводит к ускорению эвтрофикации водоемов (цветение воды).
- Большие количества фосфатов попадают в водоемы в результате естественных и антропогенных процессов:
 - поверхностной эрозии почв,
 - неправильного или избыточного применения минеральных удобрений.
- ПДК полифосфатов в воде водоемов составляет 3,5 мг/л в пересчете на фосфат-ион PO_4 .

Металлы - железо

- **Железо** - один из самых распространенных элементов в природе. Поэтому его называют макроэлементом.
- В природной воде железо содержится в виде соединений, в которых железо может быть двух- или трехвалентным.
- Двухвалентное железо (Fe^{2+}) почти всегда находится в воде в растворенном состоянии.
- Трехвалентное железо (Fe^{3+}) - гидроксид железа (III), $\text{Fe}(\text{OH})_3$ - нерастворим в воде.
- Органические соединения железа растворимы в воде или имеют коллоидную структуру и трудно поддаются удалению.
- Железобактерии встречаются практически везде. Из-за них в трубах образовывается ржавая слизь.
- По требованиям ВОЗ, содержание железа в питьевой воде не должно превышать 0,2 мг/л.

Тяжелые металлы

- **Тяжелые металлы**, это элементы с атомной массой более 50 атомных единиц.
- В группу "тяжелых" обычно включают медь, никель, кадмий, кобальт, висмут, ртуть, свинец, цинк, мышьяк, селен, сурьму.
- Тяжелые металлы по характеру биологического воздействия делятся на токсиканты и микроэлементы.
- Токсиканты (кадмий, свинец, ртуть) оказывают отрицательное воздействие на организмы при любой концентрации.
- Микроэлементы (марганец, медь, кобальт) имеют область недостаточности, вызывающей отрицательный эффект, и область необходимых для жизни концентраций, при превышении которых снова возникает отрицательный эффект.

Интегральные показатели качества воды

- Показатели качества воды в отдельности не могут служить мерой качества воды, т.к. не позволяют судить о значениях других показателей.
- Оценку качества воды можно делать на основе интегральных показателей, которые охватывают основные показатели качества воды (либо те, по которым зафиксировано неблагополучие).
- При этом сумма приведенных концентраций рассчитывается для химических веществ с одинаковыми лимитирующим показателем вредности - органолептическим или санитарно-токсикологическим.

Интегральные показатели качества воды

- Рассчитывается сумма приведенных концентраций компонентов, т.е. отношение их фактических концентраций к ПДК.
- В число 7 основных, "лимитируемых" показателей, при расчете ИЗВ в обязательном порядке входят концентрация растворенного кислорода и значение БПК₅, а также значения еще четырех показателей, имеющих наибольшие приведенные концентрации.

ИЗВ	Класс качества воды	Оценка качества (характеристика) воды
≤ 0,2	I	Очень чистые
более 0,2-1	II	Чистые
более 1-2	III	Умеренно грязные
более 2-4	IV	Загрязненные
более 4-6	V	Грязные
более 6-10	VI	Очень грязные
свыше 10	VII	Чрезвычайно грязные

Биологические показатели качества воды

- ✓ Микробиологические показатели:
 - ✓ Общее количество бактерий;
 - ✓ Энтеробактерии;
 - ✓ Количество сапрофитных бактерий.
- ✓ Планктон (вид и количество);
- ✓ Зообентос (вид и количество);
- ✓ Общая биомасса и её подразделы;

- Уровень загрязненности и класс качества водных объектов иногда устанавливают в зависимости от микробиологических показателей.

Микробиологические показатели

Класс чистоты	Характеристика класса чистоты воды	Общее число бактерий, 10^6 клеток	Число сапрофитных бактерий, 1000 клеток/мл	Отношение общего числа бактерий к числу сапрофитных бактерий
I	Очень чистая	Менее 0,5	Менее 0,5	До 1000
II	Очень чистая	От 0,5 до 1,0	От 0,5 до 5,0	Более 1000
III	Умеренно загрязненная	Более 1,0 до 3,1	Более 5,0 до 10,0	От 1000 до 100
IV	Умеренно загрязненная	Более 3,1 до 5,0	Более 10,0 до 50,0	Менее 100
V	Грязная	Более 5,0 до 10,0	Более 50,0 до 1000	Менее 100
VI	Очень грязная	Более 10,0	Более 1000	Менее 100