

# Лекция 2

*Показатели качества воды  
рыбохозяйственных  
водоёмов*

# План

- 1. Физические показатели  
качества воды**
- 2. Химические показатели  
качества воды**
- 3. Биологические показатели  
качества воды**



На территории России и СНГ имеется большое разнообразие как морских, так и пресноводных рыбохозяйственных водоёмов (12 морей, свыше 200 тысяч рек общей протяжённостью 3 млн км и сотни тысяч озёр). Многие из этих водоёмов представляют ценность не только как рыбохозяйственные объекты, но и как хранители больших масс чистых пресных вод (например, озёра Байкал, Ладожское, Онежское).



Условия существования рыбы и её воспроизводство не только связаны с характером водоёмов, но и зависят от качества воды.

Изменения качества воды под влиянием природных факторов протекают обычно сравнительно медленно, и водные организмы или приспосабливаются к изменяющейся среде, или эти изменения невелики и не оказывают заметного влияния на условия их обитания. Иная картина наблюдается при изменении качества воды под воздействием хозяйственной деятельности человека, в частности под воздействием поступающих в водоёмы сточных вод и других загрязнений.

**Среда обитания** - часть природы, в которой живёт организм.

наземно-воздушная


Почвенная

Водная

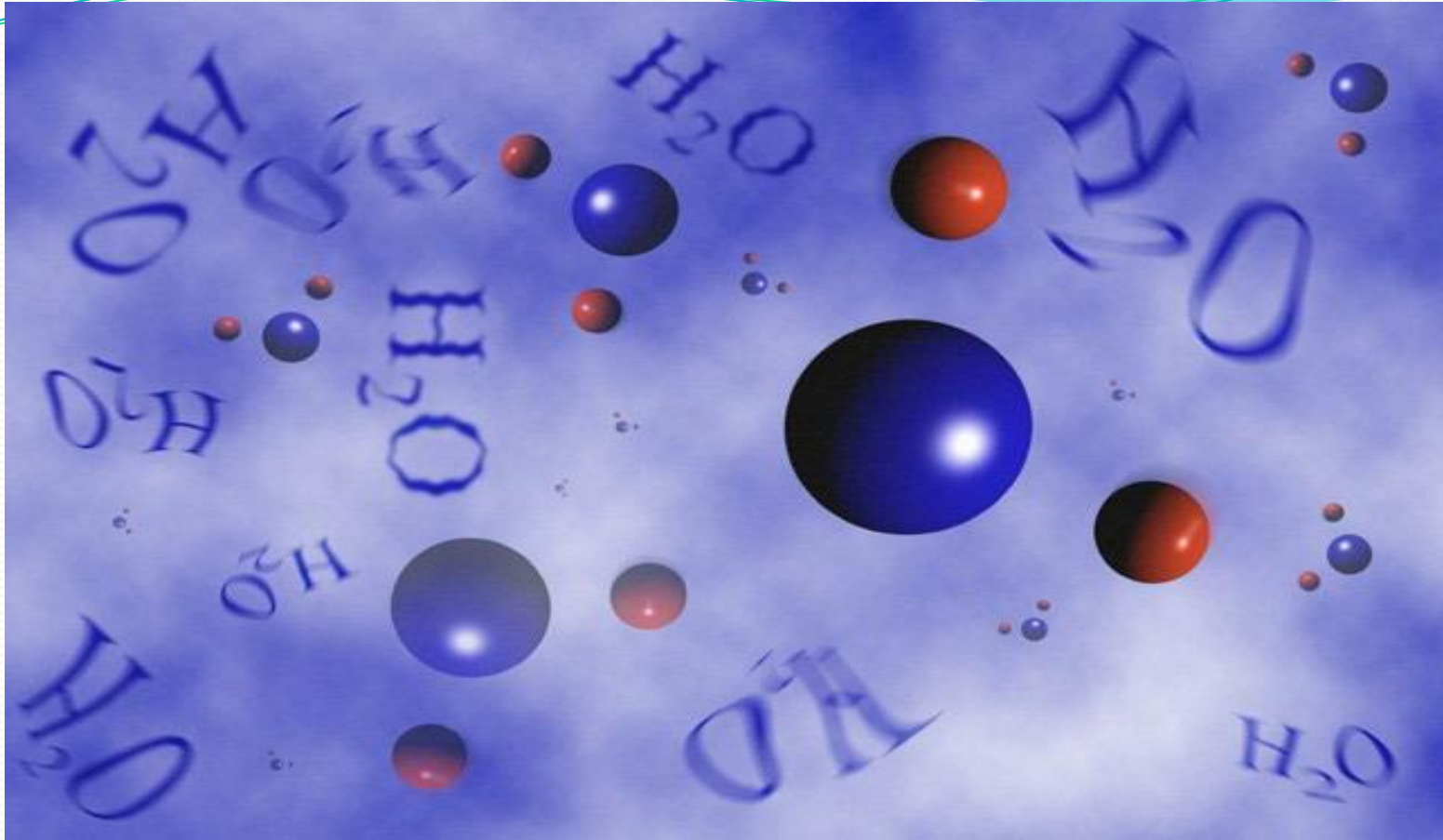
организм хозяина




Организм и среда находятся в тесном приспособительном взаимодействии, поэтому все изменения качества воды в водоёмах сказываются на их флоре и фауне, изменения в составе флоры и фауны в итоге приводят к изменению биологической продуктивности водоёмов, а, следовательно, и его рыбохозяйственного значения.



# **1. Физические показатели качества воды**



В ряде случаев при определении степени ухудшения природных вод изменение физических свойств является более чувствительным показателем, чем другие.



Природные пресные воды не имеют вкуса и запаха. Привкусы и запахи могут появляться в них от пребывания рыбы, от развития в воде некоторых водорослей, низших грибов. Ряд организмов, находясь в неблагоприятных условиях существования (голодание, действие высоких температур, создание анаэробных условий, подщелачивание воды и т.д.), придаёт воде неприятный запах. Запах может появляться в воде и вследствие протекания биохимических процессов в придонных слоях или в грунтах, а также под влиянием сточных вод. Очень часто после исчезновения запахов у воды сохраняется неприятный привкус или этот привкус приобретают водные организмы.



Интенсивность вкуса и запаха воды определяют органолептически и выражают в баллах (табл. 1).

Балл	Интенсивность запаха	Характеристика интенсивности
0	Нет	Отсутствие ощущения запаха или привкуса
1	Очень слабый	Запах или привкус, не поддающийся обнаружению потребителем, но обнаруживаемый в лаборатории.
2	Слабый	Запах или привкус, не привлекающий внимания потребителя, но поддающийся обнаружению, если обратить на него внимание.
3	Заметный	Запах или привкус, легко обнаруживаемый и дающий повод относиться к воде не одобрительно.
4	Отчетливый	Запах или привкус, обращающий внимание и делающий воду не приятной для питья.
5	Очень сильный	Запах или привкус настолько сильный, что делает воду неприятной для питья.

**Шкала интенсивности вкуса и запаха**



Если вода имеет сомнительные санитарные качества, то её вкус определяется после кипячения и охлаждения. Различают такие виды вкуса, как солёный, горький, кислый, сладкий. Все остальные вкусовые ощущения определяют как привкусы, например рыбный, фенольный, нефтепродуктов, хлорный и т.п.




Прозрачность воды зависит в основном от наличия в ней взвешенных веществ, а также от температуры и цвета воды. Чем больше цвет воды приближается к голубому, тем прозрачнее вода. Приближение к жёлтому снижает прозрачность, что и наблюдается в водоёмах с гуминовыми водами, которые имеют желтую и жёлто-коричневую окраску.



Зимой прозрачность воды в водоёмах выше, чем летом. Снижение прозрачности воды отрицательно сказывается на условиях существования водных организмов, в частности снижается интенсивность фотосинтеза.



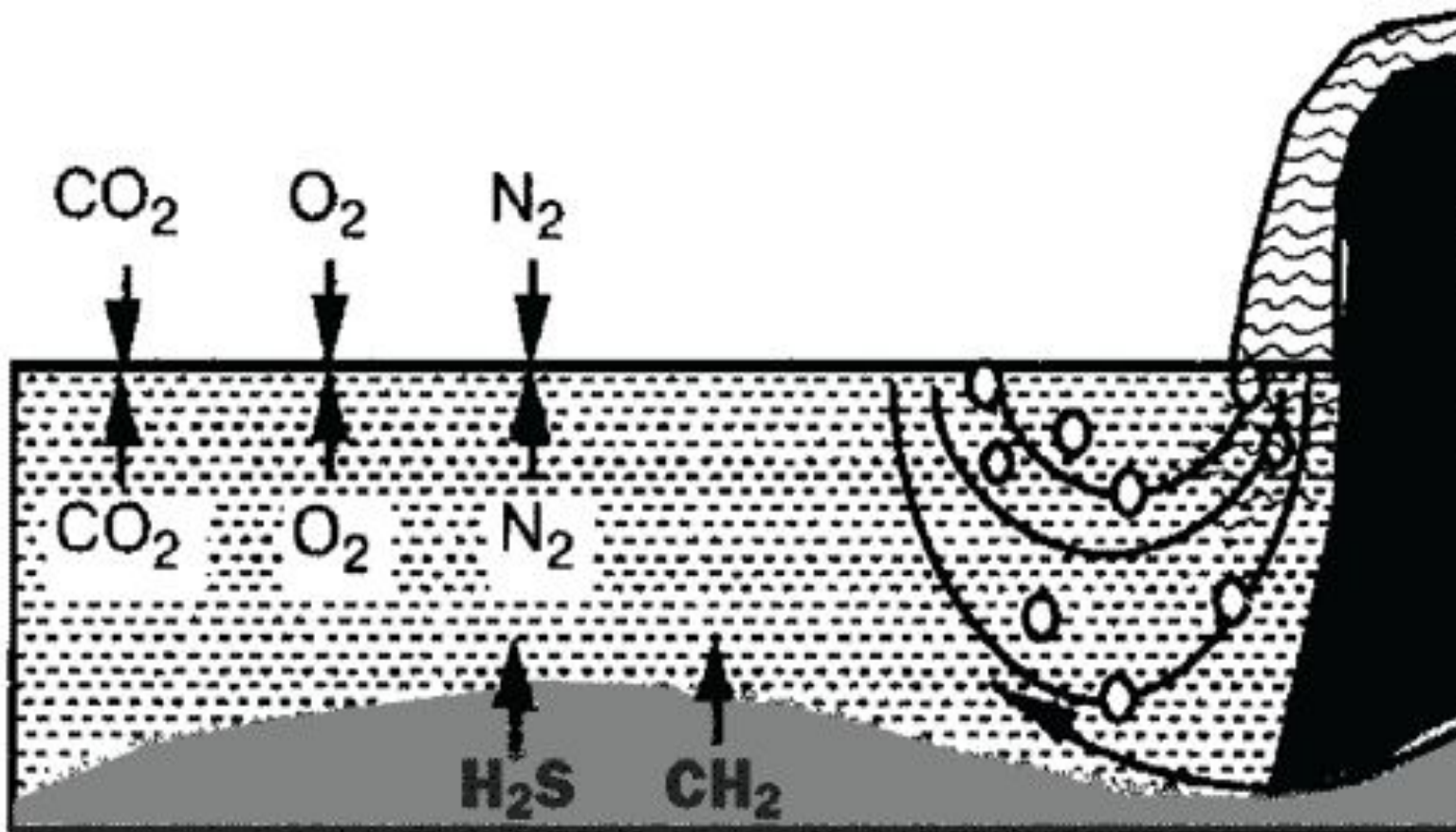
Природная вода, в которой нет никаких примесей, в тонком слое бесцветна, в толстом слое имеет голубой цвет, переходящий в синий при больших глубинах. Наличие другой окраски указывает на присутствие в воде каких-то растворимых, взвешенных веществ или примесей. Изменение цвета воды не оказывает видимого прямого влияния на условия обитания водных организмов, но может сказаться косвенно через изменение прозрачности воды.



## **2 Химические показатели качества воды**



**Состав воды.** Под составом воды принято понимать весь сложный комплекс минеральных и органических веществ, растворимых в ней, а также коллоидов, газов и ионов, являющихся составной частью воды. Очень трудно дать какой-то общий критерий определения нормального состава воды, нормального гидрохимического режима водоёма.



Химические составные части природных вод подразделяют на следующие группы: растворённые газы, главные ионы, биогенные вещества, микроэлементы, органические вещества.

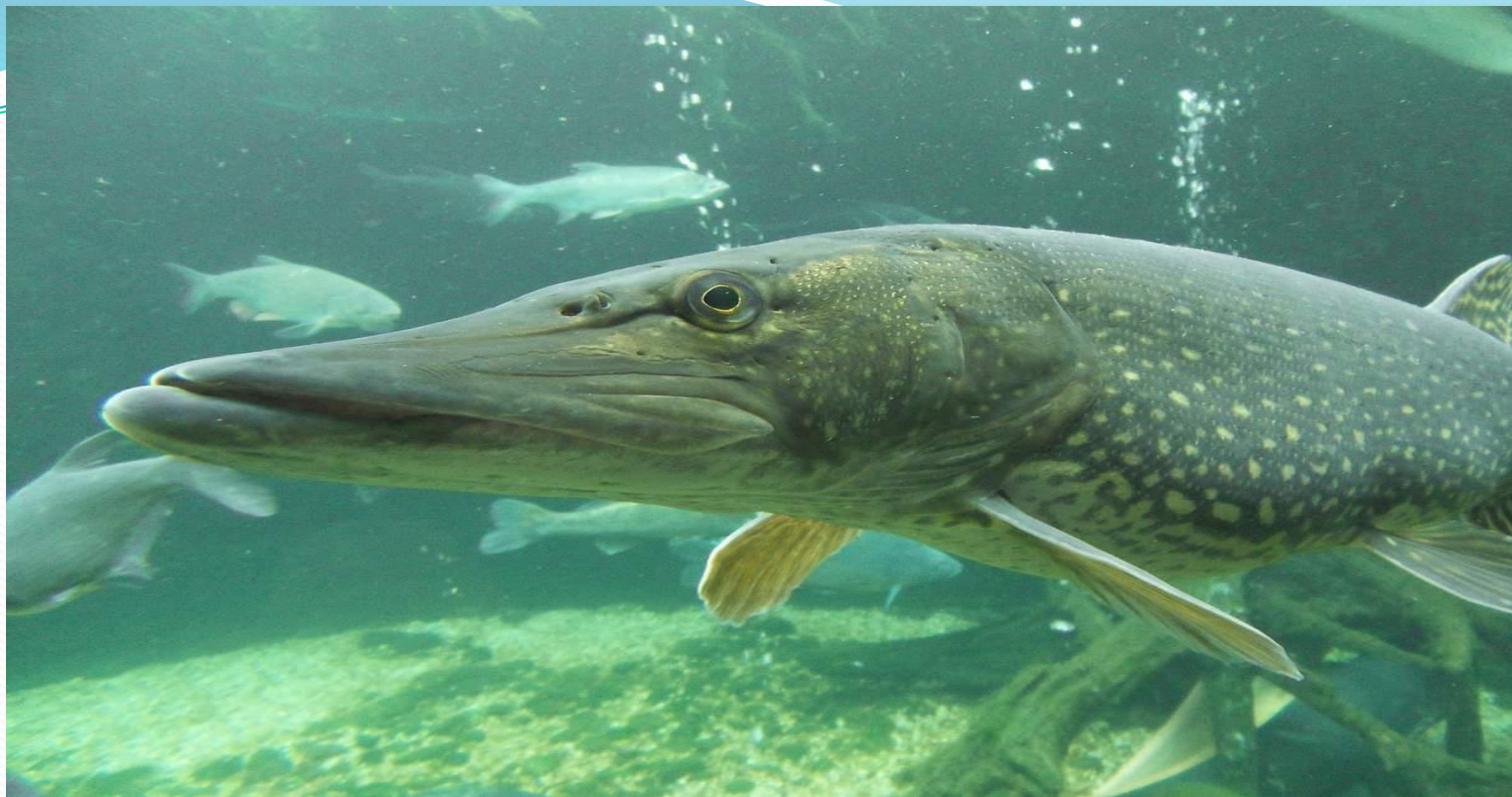




**Растворённые газы.** Из растворимых газов в воде наибольшее значение имеют кислород  $O_2$  и двуокись углерода  $CO_2$ .



***Кислород.*** Содержание кислорода в воде зависит от обогащения воды кислородом и расхода его на биологические и химические процессы. Обогащение идёт за счёт адсорбирования газа поверхностными слоями воды из воздуха (процесс инвазии) и за счёт ассимиляционной деятельности водных растений (фотосинтез). Фотосинтез лучше всего протекает днём, поэтому максимальное содержание растворённого кислорода в воде водоёмов приходится на послеполуденное время, а минимальное — на раннее утро. Наиболее сильный кислородный дефицит наблюдается в тех случаях, когда отмирают водоросли.



Расходуется кислород в водоёмах на дыхание водных растений и животных и на биохимические (дыхание бактерий, разрушение органических веществ) и химические окислительные процессы. Усиливаются эти процессы при наличии в воде или грунте легко окисляемых органических или неорганических веществ ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и др.). При больших расходах кислорода в водоёме может возникнуть кислородный дефицит, который может сопровождаться гибелью водных организмов (замор).

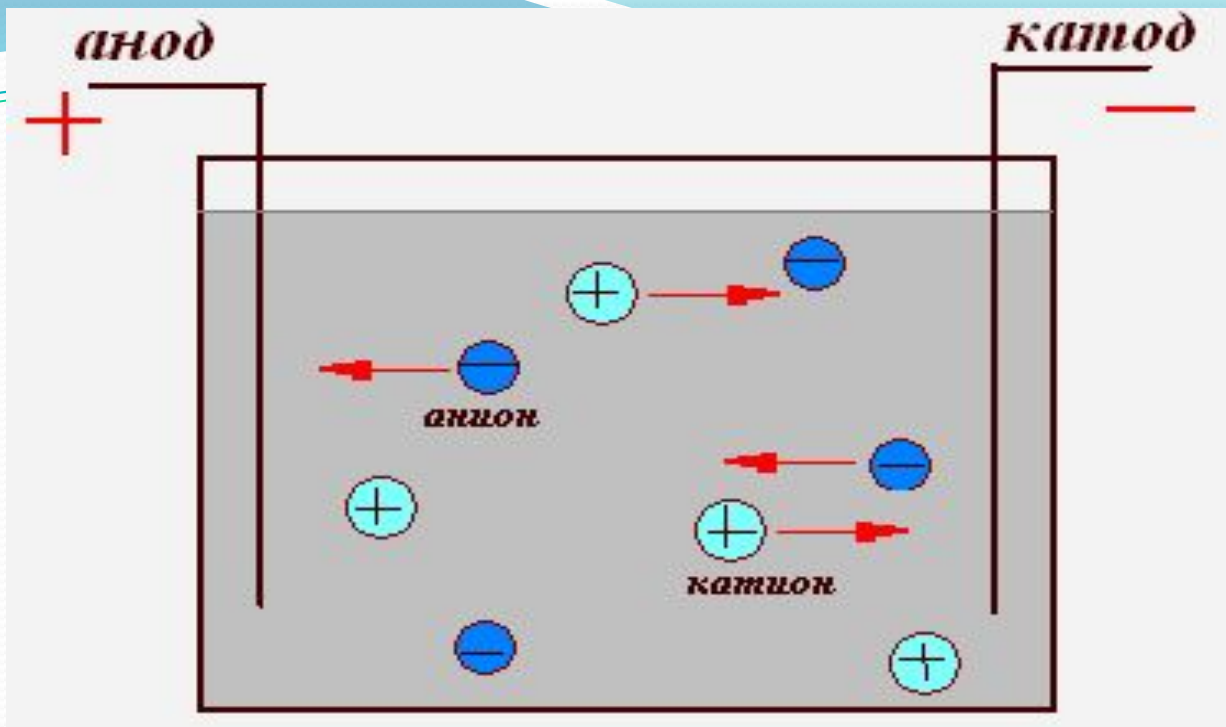
Величина суточного изменения содержания кислорода в водоёмах, сроки наступления максимума и минимума его в них меняются в течение года. Наибольшее насыщение воды происходит в холодные осенний и зимний периоды года. При 0°С нормальное содержание кислорода в пресной воде составляет 14,7 мг/л (100%-ное насыщение). Содержание кислорода при температуре от 0 до 10°С колеблется от 14,7 до 11,3 мг/л, при 10-20°С — от 11,3 до 9,1 мг/л и т.д. С повышением температуры на 1°С содержание кислорода снижается примерно на 0,3 мг/л.



В природных водоёмах иногда наблюдается естественное перенасыщение воды кислородом — иногда на 200% и выше (в летний период при интенсивном фотосинтезе и недостаточном перемешивании воды; при быстром нагревании воды, когда кислород не успевает выделиться в атмосферу; в осенние периоды во время волнений, при низких температурах).



*Двуокись углерода.* Этот газ почти всегда имеется в воде пресноводных водоёмов в растворённом состоянии и частично (около 1%) в виде угольной кислоты  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , образующейся от взаимодействия углекислого газа с водой. Определяют их обычно совместно, поэтому часто переводят в карбонатную жёсткость, выраженную в немецких градусах жёсткости, для этого её нужно умножить на 2,8. Величину щёлочности, выраженную в миллилитрах, умножив на 61,02, можно перевести на содержание  $\text{HCO}_3$ , в мг/л. Щёлочность природных вод обычно колеблется от десятых долей миллилитра до 10 мл/л. При наличии в воде гидрокарбонатов и карбонатов щелочных металлов щёлочность может быть и выше 10 мл/л. То же может наблюдаться при поступлении в воду загрязнений.



**Ионно-солевой режим.** Минерализация воды пресноводных водоёмов обуславливается в основном растворёнными в ней углекислыми солями, в меньшей степени — хлоридами и сульфатами. В различных водоёмах она неодинакова, колеблется по сезонам года, по глубинам, по преобладанию в воде основных ионов. Соли поступают в водоёмы с грунтовыми и поверхностными водами. Их содержание в воде уменьшается в результате жизнедеятельности живых организмов и протекания физико-химических процессов, сопровождающихся осаждением некоторых веществ.

По содержанию в воде растворимых солей, то есть по общему содержанию в ней ионов, водоёмы подразделяются на 5 групп:

- с водой малой минерализации (до 200 мг/л);
- с водой средней минерализации (200-500 мг/л);
- с водой повышенной минерализации (500-1000 мг/л);
- с водой, содержащей выше 1000 мг/л минеральных веществ;
- с весьма высокой минерализацией, в них сумма ионов превышает 10 г/л.



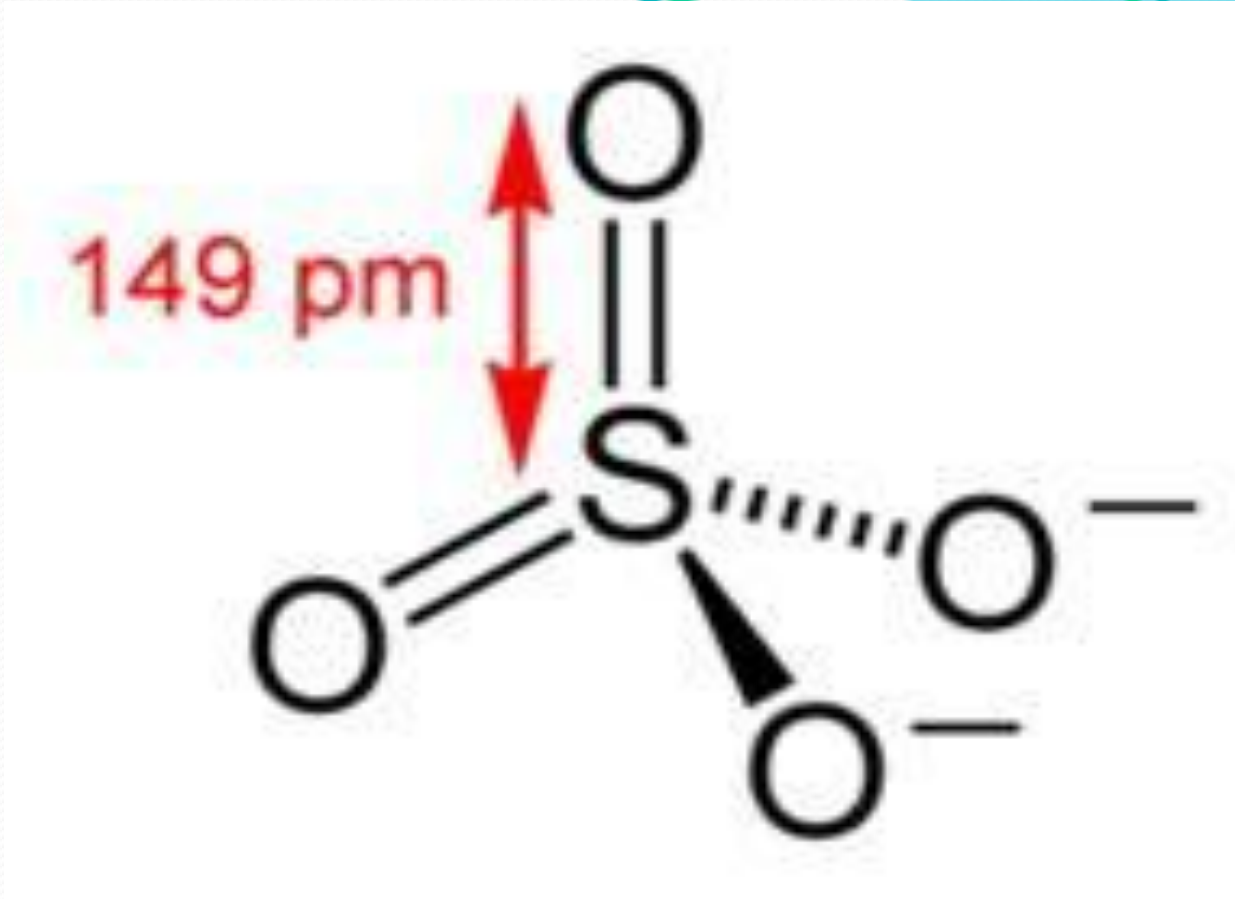
пресные	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Солёность воды в пресных озёрах не превышает 1‰ — такая вода, например, в Байкале, Ладожском и Онежском озёрах</li> </ul>
солончатые	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вода солончатых озёр имеет солёность от 1 до 25 ‰. Например, солёность воды в Иссык-Куле — 5-8‰, а в Каспийском море — 10-12‰</li> </ul>
солёные	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Солёными называются озёра, вода в которых имеет солёность от 25 до 47‰</li> </ul>
минеральные	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выше 47 ‰ солей содержат минеральные озера. Так, солёность Мёртвого моря, озёр Эльтон и Баскунчак составляет 200-300‰</li> </ul>

В большинстве рек земного шара воды относятся к первой и второй группам. В некоторых пресных водоёмах (р. Нева, Ладожское озеро, оз. Байкал, р. Печора, крупные реки Сибири — Обь, Лена, Енисей и др.) минерализация воды меньше 100 мг/л и в солончатых и солёных водоёмах — выше 1000 мг/л.



*Хлориды.* В природных водах ион хлора встречается в основном в виде хлористого натрия, несмотря на лучшую растворимость солей калия по сравнению с солями натрия.

Объясняется это лучшей сорбцией  $K^+$  поглощающим комплексом пород и почв, а также усвоением его растениями, для которых он необходим как питательное вещество. Ионы хлора в небольших количествах (не более 40 мг/л) присутствуют во всех водах, но преобладают в морских и минеральных. Повышенное содержание хлоридов (в случае исключения минерального происхождения хлора) указывает на загрязнение воды продуктами жизнедеятельности человека и животных сточными водами или другими выбросами. В воде пресноводных рыбохозяйственных водоёмов нормативное содержание хлоридов по иону хлора не должно превышать 200-230 мг/л.



**Сульфаты.** Сульфатные ионы ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), так же как и хлоридные, являются главной составной частью морских и некоторых минеральных вод.

Количество их в природных водах находится в зависимости от количественного содержания в них ионов кальция, которые связывают сульфатные ионы в малорастворимую соль  $\text{CaSO}_4$ , выпадающую из раствора. Количество  $\text{Ca}^{2+}$  в природных водах обычно не превышает 1 г/л. В пресных водах содержание его значительно ниже. В количестве до 1 г/л сульфаты не оказывают отрицательного влияния на водные организмы. Небольшие их концентрации стимулируют жизненные процессы гидробионтов.



Источником поступления сульфатов в пресные водоёмы помимо подземных вод являются также дождевые воды, прошедшие через загрязнённую атмосферу, и сточные воды некоторых производств.

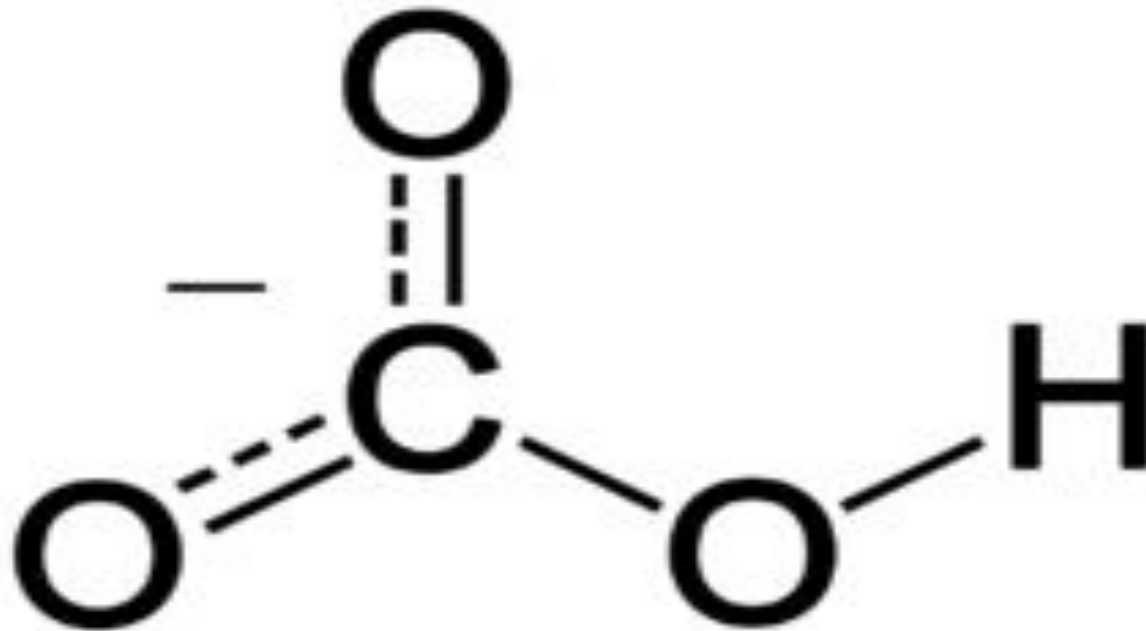


Могут они образовываться в водоёмах и из серосодержащих органических веществ и отходов животного происхождения в результате их распада до сероводорода и дальнейшего окисления его серобактериями.



При отсутствии кислорода может происходить обратный процесс восстановления сульфатов до сероводорода. В застойных водоёмах это может привести к замору, особенно при наличии в водоёме разлагающихся органических остатков.





***Гидрокарбонаты и карбонаты.*** В природных водоёмах эти вещества присутствуют в основном в виде солей кальция и магния, иногда закисного железа и марганца. Преобладание тех или иных форм уголекислоты обуславливает определённую активную реакцию среды, так как изменяется концентрация водородных ионов. Чем меньше в воде  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , тем выше рН, и наоборот.

В пресных водах рек, озёр, водохранилищ содержатся в основном гидрокарбонаты. В большинстве водоёмов их количество не превышает 250 мг/л  $\text{HCO}_3^-$ , в некоторых северных и горных водоёмах бывает меньше 50 мг/л и в очень незначительном количестве водоёмов превышает 250 мг/л.



***Жёсткость воды.*** Наличие в воде катионов кальция, магния, а в некоторых случаях натрия, калия, марганца, закисного железа, алюминия, связанных с различными анионами, обуславливает жёсткость воды.

По жёсткости природные воды разделяют на несколько групп:

Группа воды	Жесткость, 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

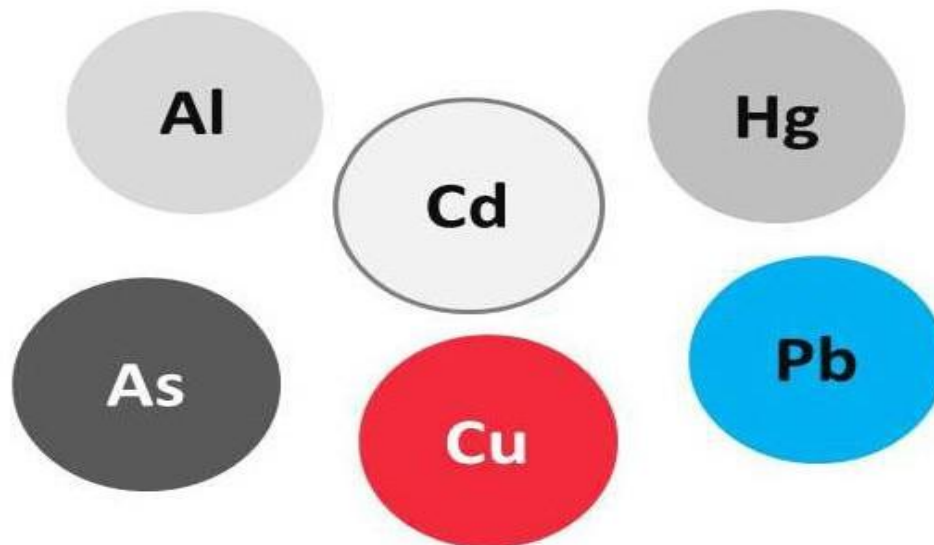
Жёсткость зависит от содержания в воде свободной углекислоты ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ), от химического состава тех пород и почв, по которым протекает вода, поэтому в природных водоёмах разных географических зон она сильно колеблется — от десятых долей мг-экв/л до нескольких мг-экв/л. В морских и подземных водах жёсткость достигает 80-100 мг-экв/л. Жёсткость воды колеблется по сезонам года и даже в течение суток. Днём во время интенсивного фотосинтеза, когда вся свободная углекислота используется зелёными водорослями, происходит распад гидрокарбонатов до карбонатов и жёсткость воды снижается. Ночью в результате накопления  $\text{CO}_2$  идёт обратный процесс образования гидрокарбонатов.

$$Ж_{\text{общ}} = \frac{|Ca^{2+}|}{20,04} + \frac{|Mg^{2+}|}{12,16}$$

Определяют жёсткость разными методами и выражают в немецких градусах жесткости (1° Нем) или в миллиграмм-эквивалентах (мг/экв/л) кальция и магния.

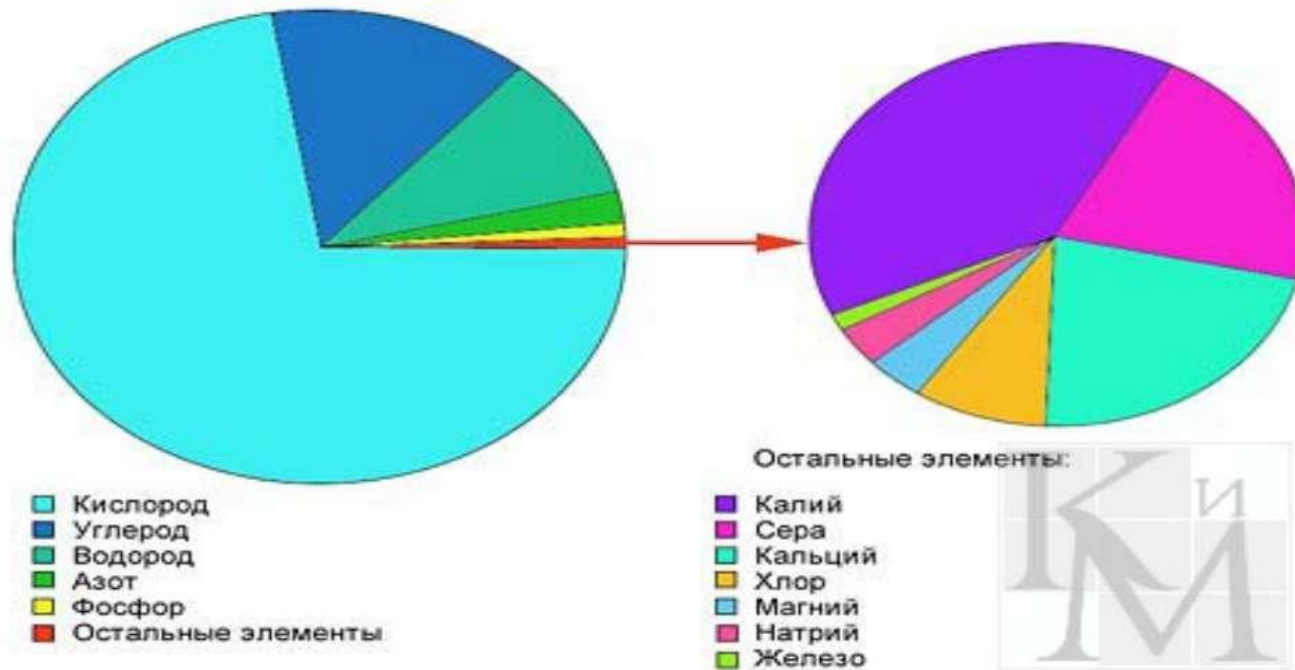


Отрицательное воздействие высокой жёсткости воды на водные организмы не установлено. Например, на карпах отрицательное влияние жёсткости проявляется только при содержании в воде 8 г/л хлористого кальция, то есть при 400° Нем жёсткости, какой нет в природных водах. Нормальной для разведения карпа является жёсткость 1,8-2,9 мг-экв/л (5-8° Нем), а форелей — не ниже 2,9-4,28 мг-экв/л (8-12° Нем), так как половые продукты лососевых рыб нормально развиваются только в жёсткой воде, уменьшается растворимость соединений железа, избыток которого отрицательно сказывается на водных организмах.




Снижается в жёсткой воде токсичность солей тяжёлых металлов, сернистого натрия, аммиака, серной и соляной кислот и некоторых других веществ. В очень мягких водах иногда могут создаваться менее благоприятные условия для обитания водных организмов, чем в жёстких. В слишком мягкой воде (жёсткость ниже 1,08 мг-экв/л, то есть 3° Нем), в которой активная реакция неустойчива, накопление свободной углекислоты может сдвинуть рН воды в кислую сторону до границ, отрицательно действующих на рыб. Достаточно устойчивая активная реакция бывает при жёсткости 1,8-2 мг-экв/л (около 5° Нем).

# биогеенные элементы



**Биогенные вещества и микроэлементы.** Биогенными веществами или биогенами называются вещества, входящие в состав организмов и имеющие определённое биологическое значение.





Образуются они в воде в результате жизнедеятельности организмов, и наличие их обуславливает возможность существования последних. Помимо кислорода, углерода, водорода, которые составляют 98% массы организмов, к этой группе веществ относятся азот, фосфор, железо, кремний и ряд других элементов (калий, натрий, магний, кальций, марганец, йод и т.д.). Для существования и развития водных организмов наиболее важное значение имеют азот, фосфор, железо, кремний, калий. Недостаток их в воде, равно как и избыточное количество может значительно снижать биологическую продуктивность водоёмов. Находятся биогены в воде в виде ионов и коллоидов.

# Азот

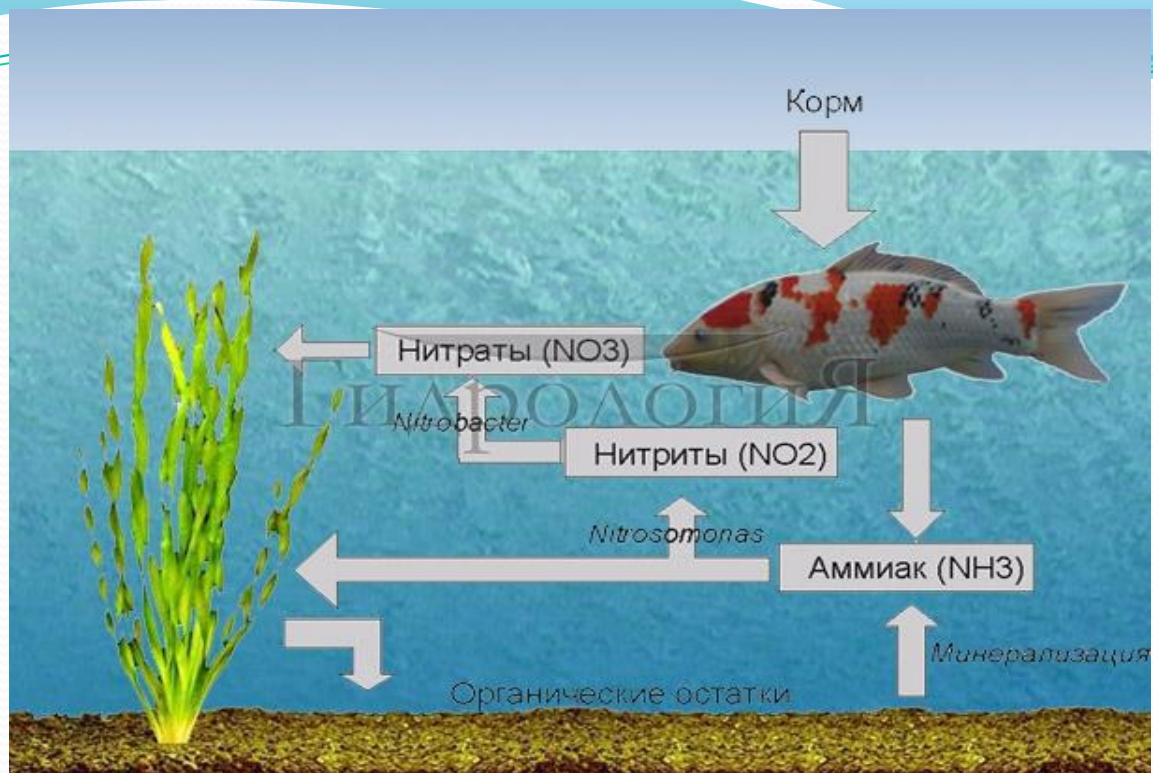
# N<sub>2</sub>



*Азот.* В природных водах азот находится в виде растворённого газа и в виде органических и неорганических соединений. Может он поступать в водоём и со сточными водами. По количественному его содержанию можно судить о степени загрязнения водоёмов. При разрушении белковых веществ соединения азота под действием бактерий переходят последовательно в аммиак, азотистую кислоту и азотную кислоту.

Нитриты образуются в водоёмах в результате окисления аммиака и восстановления нитратов. Поступают они в водоём и с дождевыми водами, в которых их может содержаться до 2 мг/л. В чистых природных водах нитриты отсутствуют или их насчитываются сотые или тысячные доли мг/л. Наличие их в больших количествах говорит о недавнем органическом загрязнении водоёмов. Присутствие в воде нитритов указывает также на не закончившийся процесс минерализации органического вещества.

Нитраты присутствуют в небольших количествах во всех водах. Наличие их в воде водоёмов при отсутствии аммиака и нитритов (одновременно) указывает на закончившийся процесс минерализации органического вещества. Источниками поступления нитратов в водоёмы являются воды, стекающие с почв, дождевые воды, образуются они и при окислении нитритов и аммиака под влиянием жизнедеятельности нитрифицирующих бактерий. Этот процесс называется *нитрификацией*.



В чистых природных водах содержание нитратов колеблется в пределах нескольких миллиграммов (2-5) и десятых долей мг/л. В некоторых водах содержание нитратов может достигать 20-30 мг/л, особенно если вода стекает с удобряемых пашен или соприкасается с залежами солей азотной кислоты. Большие количества нитратов в воде водоёмов могут быть и при спуске в них сточных вод некоторых производств. В пределах до 10 мг/л нитраты не оказывают отрицательного влияния на водные организмы.



**Фосфор.** В природных водах фосфор встречается в виде растворимых и нерастворимых (взвеси) неорганических и органических соединений. В пресных водоемах при pH ниже 7 преобладают ионы  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , а при 7 и выше ионы  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Фосфаты являются питательной средой для водных организмов и особенно необходимы для развития фитопланктона и высших растений. Препятствует усвоению фосфора растениями гумус и другие коллоиды, некоторые вещества сточных вод.

## СХЕМА КРУГОВОРОТА ФОСФОРА



Фосфор способствует связыванию бактериями свободного азота и интенсификации процессов нитрификации и аммонизации. Содержание фосфатов в воде водоёмов колеблется: летом их больше, в другие сезоны меньше; в верхних горизонтах воды их больше, чем в придонных. Соединения фосфора поступают в водоёмы не только в результате биологических процессов, но и с поверхностными и грунтовыми водами. Поверхностные пресные воды содержат сотые, иногда десятые доли мг/л. Присутствие его в большом количестве указывает на загрязнение водоёма.



**Железо.** Присутствует железо почти во всех природных водах в виде растворимых соединений закиси (двухвалентного  $\text{Fe}^{2+}$ ) и окиси железа (трёхвалентного  $\text{Fe}^{3+}$ ), а также в комплексных соединениях с органическими веществами. В воде южных рек содержание железа обычно не превышает 1 мг/л, а в северных может достигать нескольких миллиграммов. Более высокие концентрации указывают на загрязнение водоёмов железосодержащими стоками. Зимой вследствие перехода рек на грунтовое питание железа в воде больше, чем летом. Количественное его содержание зависит не только от сезона года, но и от погоды, от места взятия проб, от наличия в воде органических веществ и т.п. В воде повышенной окисляемости содержание железа снижается, так как оно связывается с органическими комплексами.



**Железо** — важный биогенный элемент. Недостаток его в воде может тормозить цветение некоторых водорослей, а избыток оказывать ядовитое действие на водные организмы. При средней окисляемости воды содержание в ней железа выше 2 мг/л оказывает вредное влияние на водные организмы, причём иногда косвенное. Например, у рыб происходит отложение гидроокиси железа на жаберных лепестках, что приводит к удушью, а затем гибели.

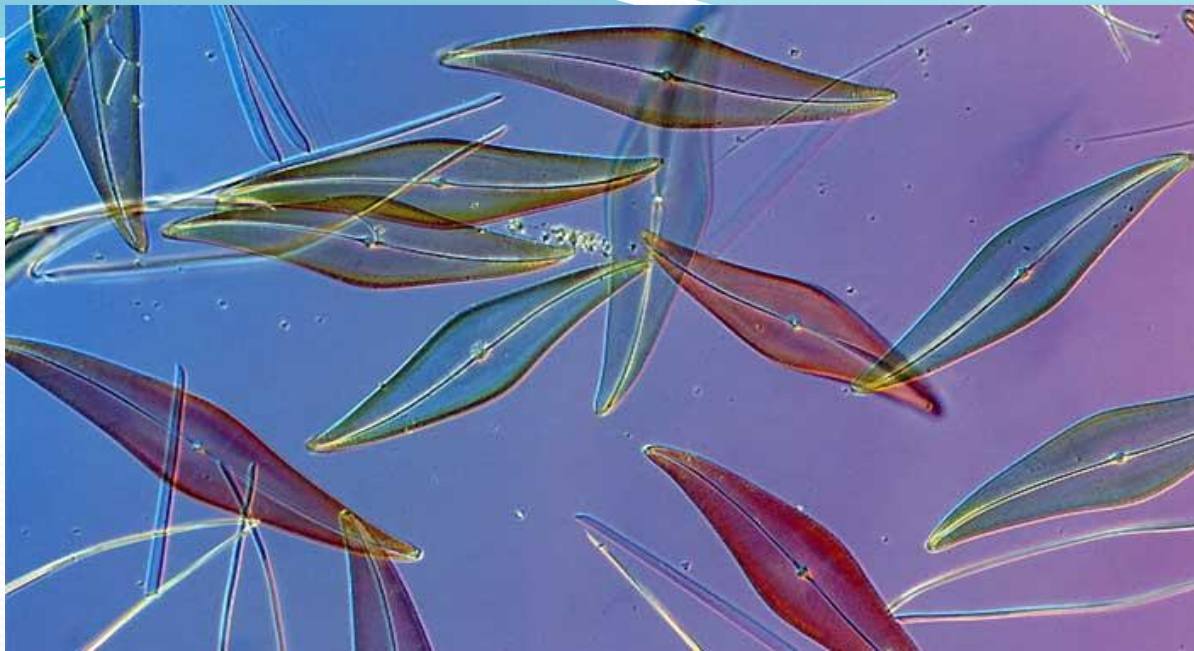


Присутствие в воде большого количества закисного железа может приводить к сильному зимнему кислородному дефициту, так как на окисление 1 мг его расходуется около 0,4 мг кислорода. При этом происходит выпадение из воды бурого хлопьевидного осадка, который оседает на подводных предметах, на нижней кромке льда, на орудиях лова, а вода приобретает неприятный запах. Воды, содержащие значительное количество железа, имеют кислую реакцию, неприятный привкус и запах, непригодны или мало пригодны для рыбоводных и других целей..

Предельно допустимая концентрация железа (ПДК) для воды рыбохозяйственных водоёмов не установлена.



***Кремний.*** В естественных поверхностных водах кремний (Si) встречается в основном в виде кремниевой кислоты ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ) и её щелочных солей (силикаты). Кремнекислота и её растворимые соли существуют в воде частично в виде коллоидов, частично в виде ионов и молекул, причём коллоидная часть соединений кремния в речных водах значительно уступает ионной.



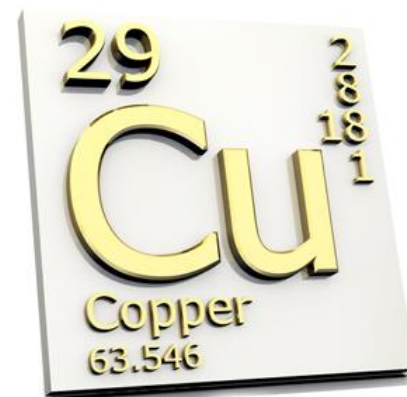
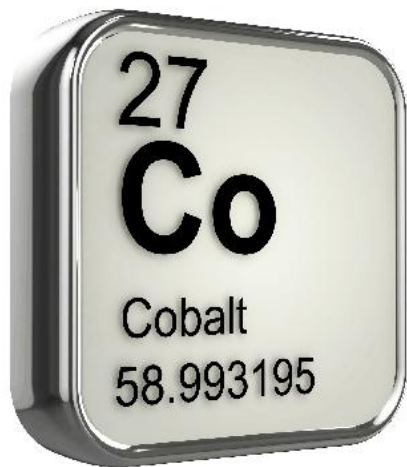
Содержание кремния в разных водах неодинаково — в реках его больше, чем в озёрах; в придонных горизонтах больше, чем в поверхностных. В пресных водах оно колеблется от десятых долей до 2-6, иногда 10 мг/л.

Кремний, как и другие биогены, имеет важное значение для развития водных растений, особенно диатомовых водорослей, которые используют его для построения своего скелета. Во время массового их развития содержание кремния в воде может резко падать. После их гибели часть кремния минерализуется и вновь используется, другая часть (более грубые панцири) оседает на дне водоёмов. ПДК его не установлена.

## Микроэлементы



*Микроэлементы.* В природных водах они находятся в очень низких концентрациях — в сотых и тысячных долях мг/л (мкг) и даже в более малых количествах, что связано с малой их растворимостью и поглощением водными организмами. К этой группе относятся многие металлы, в основном тяжёлые, и анионогенные элементы — фтор, бром, йод, бор. Многие микроэлементы являются биогенами и входят в состав тканей водных организмов, в состав крови, ферментов, витаминов и т.д. Концентрация их в живых организмах не превышает  $10^3$ — $10^{12}$  %.



Наибольший интерес из микроэлементов представляют кобальт, никель, медь, поступающие в водоёмы с поверхностными и грунтовыми водами, иногда со сточными водами предприятий. Воды рек и озёр в среднем содержат кобальта 0,0043 мг/л, никеля 0,011 мг/л, меди 0,02 мг/л.



**Марганец** — частый спутник железа. В водоёмы поступает в виде растворимых солей, в основном гидрокарбонатов  $Mn(HCO_3)_2$  и труднорастворимых соединений — карбонатов, гидроокисей, оседающих на дно и накапливающихся в иловых отложениях. Придонные слои воды более богаты марганцем, чем поверхностные. Находится он у дна, главным образом, в более активной ионной форме, а в поверхностных слоях в коллоидной. Обычно в природных водах содержание марганца колеблется от тысячных долей миллиграмма до сотых. В озёрах и прудах его несколько больше, чем в реках, весной и зимой больше, чем летом. В малых концентрациях (0,001-0,002 мг/л) он стимулирует рост водорослей, а в концентрации до десятых долей миллиграмма ядовит. ПДК марганца для воды рыбохозяйственных водоёмов не установлена.



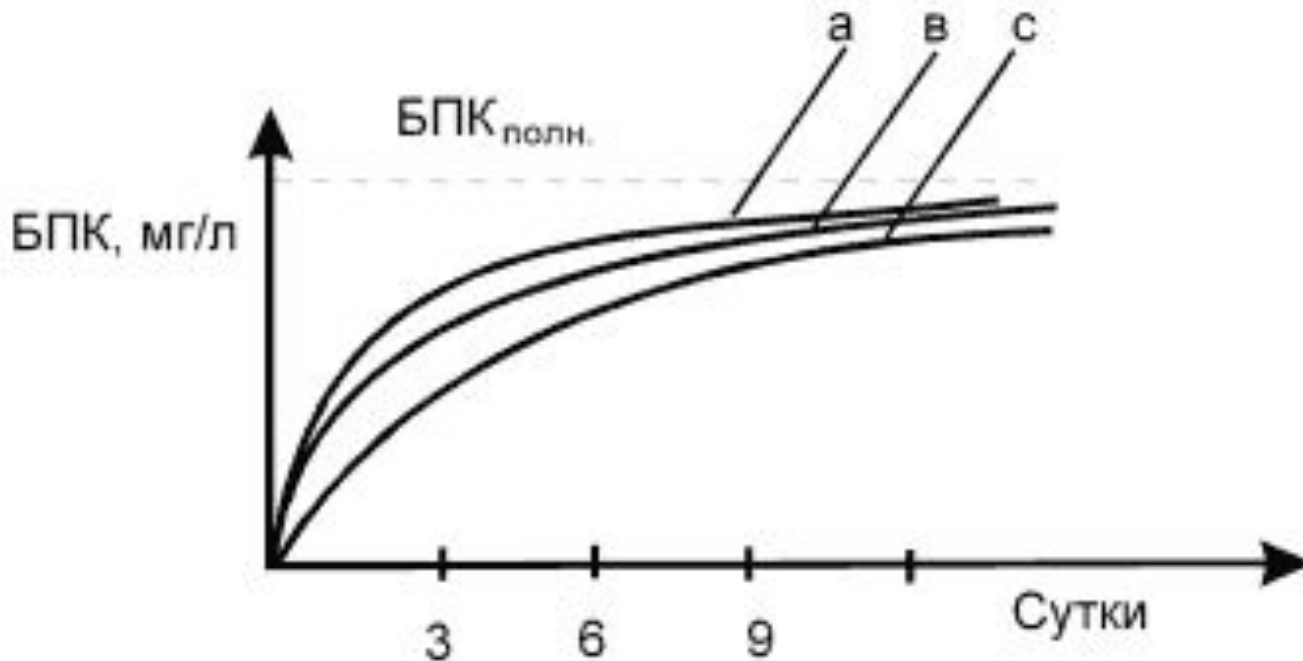
**Органические вещества.** Органические вещества поступают в водоёмы с водосборной площади в результате вымывания из почв. В основном это продукты распада отмерших животных и растений, превратившиеся в своеобразный комплекс, называемый перегноем или гумусом. Органические вещества образуются и в самом водоёме в результате жизнедеятельности водных организмов, в основном растений, и при их распаде после гибели.

Органические вещества (помимо тех, которые входят в живые организмы) находятся в воде во взвешенном состоянии (частицы отмерших растений и животных и адсорбированные на взвесах), в растворённом (ионно-молекулярном) и коллоидном виде. Одни из них легко усваиваются бактериями, другие трудно (водный гумус). Среднее содержание неживого органического вещества в речных водах составляет примерно 20 мг/л, что в несколько раз выше содержания живого органического вещества. Много органических веществ в болотных водах, в водах торфяных карьеров, нефтяных месторождений и в загрязнённых водах.



Величина окисляемости	Единица измерения, мгО/л
Очень малая	До 4
Малая	Более 4 до 8
Средняя	Более 8 до 12
Высокая	Более 12 до 20
Очень высокая	Более 20

**Окисляемость.** По её величине можно судить о содержании в воде веществ, окисляющихся атомарным кислородом. К ним относятся взвешенные и растворимые органические вещества и недоокисленные или легко окисляемые минеральные вещества —  $Fe^{2+}$ ,  $NO_2$ ,  $H_2S$  и др. Высокую окисляемость имеют болотные и торфяные воды, несущие в своём составе много углерода и сравнительно мало азота. Низкая окисляемость характерна для чистых водоёмов, бедных питательными веществами, необходимыми для развития растений. Ещё более низкую окисляемость имеют родниковые воды. Высокая окисляемость воды является показателем её загрязнения.



**Биохимическое потребление кислорода.** О наличии в воде легко- окисляемых органических веществ, доступных для бактериального окисления, судят по величине биохимического потребления кислорода (БПК). Убыль кислорода в этом случае обуславливается протекающими в воде биохимическими процессами, приводящими к распаду (минерализации) в первую очередь нестойкого органического вещества. Чем больше содержится в воде органических веществ (так сказать выше окисляемость), тем выше показатель биохимического потребления кислорода. Наличие в воде веществ, вступающих в реакцию с растворённым в воде кислородом, завышает показатели БПК, а веществ, тормозящих биохимические процессы, занижает.




## **Общее количество растворённых и взвешенных веществ в природных водах.**

Взвешенные вещества, так же как и растворённые, определяют условия существования в водоёмах гидробионтов, особенно организмов, живущих за счёт сестона. От количества и состава взвешенных веществ зависят условия их питания. Взвешенные вещества могут быть минеральными и органическими, а также органо-минеральными (минеральные частицы, заселённые бактериями).

Большое количество взвешенных веществ отрицательно сказывается на распределении и питании водных организмов.

В большинстве природных вод органическая часть сухого остатка не превышает 20-30% от общего количества растворённых в воде веществ и лишь в мягких, гуминовых водах может достигать 50%. Большие величины указывают на органическое загрязнение воды. Минерализация в природных водоёмах колеблется от 30-50 мг/л до сотен миллиграммов в 1 л воды. В качестве ПДК принята 1000 мг/л. Величина минерализации является важным показателем качества природных вод, ею определяется пригодность их для разных целей водопользования.



# **3. Биологические показатели качества воды**



Биологические методы оценки качества воды и грунтов разделяются на **бактериологические и биологические.**

**Бактериологические** исследования, с санитарно-гигиенической точки зрения, ведутся в двух направлениях: определение числа микроорганизмов в единице объёма (обычно в 1 мл воды или в 1 г грунта) для установления чистоты воды и определение их родов и видов для выявления её заражённости патогенными микроорганизмами в целях предотвращения эпидемий. Из рыбохозяйственных позиций представляет большой интерес выявление не патогенных микроорганизмов, а микроорганизмов, разрушающих поступающие в водоёмы загрязнения и участвующих в круговороте веществ (азота, углерода, фосфора, серы). Состав и количество микрофлоры в воде (грунтах) водоёмов является показателем её качества. Микрофлора может быть автохтонной, то есть присущей данному водоёму, и аллохтонной, поступившей извне, например, со сточными водами и другими загрязнениями.



Общее количество микроорганизмов в воде разных придонных водоёмов и их участков по прямому счёту подвержено большим колебаниям, особенно по сезонам года: наименьшее количество их бывает зимой, наибольшее — в тёплые периоды года. Развитие бактерий находится также в прямой зависимости от наличия в водоёме усвояемого ими органического вещества и в обратной зависимости от развития в воде зоопланктона и зообентоса, для которых они являются пищей.

В ряде случаев количество бактерий может быть значительно большим, например, в удобряемых водоёмах.



**Санитарно-биологическая** оценка воды производится обычно не по общему содержанию бактерий, а по содержанию в ней гетеротрофных микроорганизмов — разрушителей органического вещества (в основном сапрофитов) и бактерий группы кишечной палочки) — показателей фекального загрязнения водоёмов, и наличия в воде патогенных микроорганизмов.





В чистых водоёмах в 1 мл воды находится 100-200 гетеротрофных микроорганизмов, реже несколько десятков. Чем больше бактерий, тем сильнее органическое загрязнение водоёма. При сопоставлении общего количества бактерий или сапрофитных бактерии в пробах, отобранных на разных участках водоёма в разное время, можно выявить степень их загрязнения. Таким путём можно установить и степень очистки сточных вод.

В качестве показателей санитарной оценки степени загрязнения воды или грунта приняты титр кишечной палочки (*коли-титр*) — наименьшее количество воды в миллилитрах или грунта в граммах, в котором обнаружена одна кишечная палочка, и индекс кишечной палочки (*коли-индекс*) — количество особей кишечной палочки, находящихся в определённом объёме жидкости (1 л) или навеске (1 кг) твёрдого тела. Чем больше загрязнение воды (грунта), тем меньше коли-титр и тем выше коли-индекс. Для пересчёта коли-индекса на коли-титр следует 1000 разделить на численное значение коли-индекса, а для пересчёта коли-титра на коли-индекс надо 1000 разделять на численное значение коли-титра.



Физико-химические и бактериологические показатели качества воды характеризуют её только в момент отбора проб на том участке, где эти пробы были отобраны. Биологические показатели качества воды, полученные на основе исследования распределения постоянно обитающих в ней организмов, дают более широкое представление о её качестве, причём не только на момент проведения исследований.



При биологических исследованиях изучают не только воду, но и весь водоём в целом, его население, грунты, ход биохимических процессов и другие факторы, влияющие на условия обитания водных организмов.



Природные водоёмы населены организмами, различно реагирующими на изменение среды их обитания. Одни из них более, другие менее чувствительны к неблагоприятным воздействиям. Поэтому под влиянием происходящих изменений в водоёме (и в частности загрязнений) одни организмы погибают, другие, наоборот, в новых условиях начинают усиленно развиваться.

# Спасибо за внимание!

