

# ГИДРОЭКОЛОГИЯ

## ТЕМА 10. Общие и суммарные показатели качества вод

# ПЛАН

- **1. Физические свойства воды**
- **2. Общие химические показатели качества вод**

- **Физические свойства воды**

*Плотность и удельный объем.* Под плотностью воды  $\rho$  понимается отношение ее массы  $m$  к объему  $V$ , занимаемому ею при данной температуре. За единицу плотности принята плотность дистиллированной воды при  $4^\circ \text{C}$ . Плотность воды зависит от ее температуры, минерализации, давления, количества взвешенных частиц и растворенных газов.

Изменение плотности воды оказывает существенное влияние на режим водоемов, вызывая конвекционные токи и течения, стремящиеся выровнять возникшую неравномерность в распределении плотности.

*Теплоемкость и теплопроводность.* Количество тепла, необходимое для нагревания  $1 \text{ г}$  воды на  $1^\circ \text{C}$ , называется удельной теплоемкостью. В гидрологии теплоемкость обычно выражается в  $\text{кал}/(\text{г} \cdot \text{град})$ . Вода характеризуется наибольшей теплоемкостью по сравнению с другими жидкими и твердыми веществами, за исключением водорода и аммиака. Благодаря большой теплоемкости воды суточные и сезонные изменения ее температуры оказываются менее значительными, чем изменение температуры воздуха, удельная теплоемкость которого в 4 раза меньше, чем теплоемкость воды.

**Минерализация.** Суммарное содержание всех найденных при химическом анализе воды минеральных веществ; обычно выражается в мг/дм<sup>3</sup> (до 1000 мг/дм<sup>3</sup>) и ‰ (промилле или тысячная доля при минерализации более 1000 мг/дм<sup>3</sup>).

В соответствии с гигиеническими требованиями к качеству питьевой воды суммарная минерализация не должна превышать величины 1000 мг/дм<sup>3</sup>. По согласованию с органами департамента санэпиднадзора для водопровода, подающего воду без соответствующей обработки (например, из артезианских скважин), допускается увеличение минерализации до 1500 мг/дм<sup>3</sup>.

Категория вод	Минерализация, г/дм <sup>3</sup>
Ультрапресные	<0,2
Пресные	0,2–0,5
Воды с относительно повышенной минерализацией	0,5–1,0
Солоноватые	1,0–3,0
Соленые	3–10
Воды повышенной солености	10–35
Рассолы	>35

### **Классификация природных вод по минерализации**

*Электропроводность.* Электропроводность – это численное выражение способности водного раствора проводить электрический ток. Электрическая проводимость природной воды зависит в основном от концентрации растворенных минеральных солей и температуры. Природные воды представляют в основном смешанные растворы сильных электролитов. Минеральную часть воды составляют ионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ . Этими ионами и обуславливается электропроводность природных вод.

Величина удельной электропроводности служит приблизительным показателем суммарной концентрации электролитов, главным образом неорганических, и используется в программах наблюдений за состоянием водной среды для оценки минерализации вод. Удельная электропроводность – удобный суммарный индикаторный показатель антропогенного воздействия.

*Температура.* Температура воды в водоеме является результатом нескольких одновременно протекающих процессов, таких как солнечная радиация, испарение, теплообмен с атмосферой, перенос тепла течениями, турбулентным перемешиванием вод и др. Обычно прогревание воды происходит сверху вниз. Годовые и суточные изменения температуры воды на поверхности и глубинах определяется количеством тепла, поступающего на поверхность, а также интенсивностью и глубиной перемешивания. Суточные колебания температуры могут составлять несколько градусов и обычно наблюдаются на небольшой глубине. На мелководье амплитуда колебаний температуры воды близка к перепаду температуры воздуха.

В требованиях к качеству воды водоемов, используемых для купания, спорта и отдыха, указано, что летняя температура воды в результате спуска сточных вод не должна повышаться более, чем на 3°C по сравнению со среднемесячной температурой самого жаркого месяца за последние 10 лет. В водоемах рыбохозяйственного назначения допускается повышение температуры воды в результате спуска сточных вод не более, чем на 5°C по сравнению с естественной температурой.

*Взвешенные вещества (грубодисперсные примеси).*  
Бытовые и промышленные сточные воды содержат значительное количество взвешенных органических и минеральных веществ, которые могут ухудшить органолептические свойства воды, а иногда оказаться и вредными для организма. Поэтому «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» предусматривается, что при спуске сточных вод содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться более чем на 0,25 мг/л в водоемах, используемых для питьевого водоснабжения и водоснабжения пищевых предприятий, и на 0,75 мг/л – для водоемов, используемых для рекреации.

*Органолептические наблюдения.* Метод определения состояния водного объекта путем непосредственного осмотра его. При органолептических наблюдениях особое внимание обращают на явления, необычные для данного водоема или водотока и часто свидетельствующие о его загрязнении: гибель рыбы и других водных организмов, растений, выделение пузырьков газа из донных отложений, появление повышенной мутности, посторонних окрасок, запаха, цветения воды и пр.

*Запах.* Свойство воды вызывать у человека и животных специфическое раздражение слизистой оболочки носовых ходов. Запах воды характеризуется интенсивностью, которую измеряют в баллах. Запах воды вызывают летучие пахнущие вещества, поступающие в воду в результате процессов жизнедеятельности водных организмов, при биохимическом разложении органических веществ, при химическом взаимодействии содержащихся в воде компонентов, а также с промышленными, сельскохозяйственными и хозяйственно-бытовыми сточными водами



Оценка интенсивности запаха, баллы	Интенсивность запаха	Характер проявления запаха
0	никакого запаха	отсутствие ощутимого запаха
I	очень слабый	запах, не замечаемый потребителем, но обнаруживаемый специалистом
II	слабый	запах, обнаруживаемый потребителем, если обратить на это внимание
III	заметный	запах, легко обнаруживаемый, может быть причиной того, что вода неприятна для питья
IV	отчетливый	запах, обращающий на себя внимание, может заставить воздержаться от питья
V	очень сильный	запах, настолько сильный, что делает воду непригодной для питья

## Определение интенсивности запаха воды

*Мутность.* Мутность природных вод вызвана присутствием тонкодисперсных примесей, обусловленных нерастворимыми или коллоидными неорганическими и органическими веществами различного происхождения. Качественное определение проводят описательно: слабая опалесценция, опалесценция, слабая, заметная и сильная муть.

В соответствии с гигиеническими требованиями к качеству питьевой воды мутность не должна превышать  $1,5 \text{ мг/дм}^3$  по каолину.

*Цветность.* Показатель качества воды, характеризующий интенсивность окраски воды и обусловленный содержанием окрашенных соединений; выражается в градусах платиново-кобальтовой шкалы. Определяется путем сравнения окраски испытуемой воды с эталонами.

Цветность природных вод обусловлена главным образом присутствием гумусовых веществ и соединений трехвалентного железа. Количество этих веществ зависит от геологических условий, водоносных горизонтов, характера почв, наличия болот и торфяников в бассейне реки и т.п. Сточные воды некоторых предприятий также могут создавать довольно интенсивную окраску воды.

Различают "истинный цвет", обусловленный только растворенными веществами, и "кажущийся" цвет, вызванный присутствием в воде коллоидных и взвешенных частиц, соотношения между которыми в значительной мере определяются величиной рН.

Предельно допустимая величина цветности в водах, используемых для питьевых целей, составляет 35 градусов по платиново-кобальтовой шкале. В соответствии с требованиями к качеству воды в зонах рекреации окраска воды не должна обнаруживаться визуально в столбике высотой 10 см.

*Прозрачность.* Прозрачность (или светопропускание) природных вод обусловлена их цветом и мутностью, т.е. содержанием в них различных окрашенных и взвешенных органических и минеральных веществ.

Воду в зависимости от степени прозрачности условно подразделяют на прозрачную, слабоопалесцирующую, опалесцирующую, слегка мутную, мутную, сильно мутную. Мерой прозрачности служит высота столба воды, при которой можно наблюдать опускаемую в водоем белую пластину определенных размеров (диск Секки) или различать на белой бумаге шрифт определенного размера и типа (как правило, шрифт средней жирности высотой 3,5 мм). Результаты выражаются в сантиметрах с указанием способа измерения.

*Водородный показатель (pH).* Содержание ионов водорода (гидроксония –  $\text{H}_3\text{O}^+$ ) в природных водах определяется в основном количественным соотношением концентраций угольной кислоты и ее ионов.

Значение pH в речных водах обычно варьирует в пределах 6,5–8,5, в атмосферных осадках 4,6–6,1, в болотах 5,5–6,0, в морских водах 7,9–8,3. Концентрация ионов водорода подвержена сезонным колебаниям. Зимой величина pH для большинства речных вод составляет 6,8–7,4, летом 7,4–8,2. Величина pH природных вод определяется в некоторой степени геологией водосборного бассейна. В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов у пунктов питьевого водопользования, воды водных объектов в зонах рекреации, а также воды водоемов рыбохозяйственного назначения, величина pH не должна выходить за пределы интервала значений 6,5–8,5.

Группа	pH	Примечание
Сильнокислые воды	<3	результат гидролиза солей тяжелых металлов (шахтные и рудничные воды)
Кислые воды	3–5	поступление в воду угольной кислоты, фульвокислот и других органических кислот в результате разложения органических веществ
Слабокислые воды	5–6,5	присутствие гумусовых кислот в почве и болотных водах (воды лесной зоны)
Нейтральные воды	6,5–7,5	наличие в водах $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
Слабощелочные воды	7,5–8,5	наличие в водах $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
Щелочные воды	8,5–9,5	присутствие $\text{Na}_2\text{CO}_3$ или $\text{NaHCO}_3$
Сильнощелочные воды	9,5	присутствие $\text{Na}_2\text{CO}_3$ или $\text{NaHCO}_3$

**Группы природных вод в зависимости от pH**

*Растворенный кислород.* Растворенный кислород находится в природной воде в виде молекул  $O_2$ . На его содержание в воде влияют две группы противоположно направленных процессов: одни увеличивают концентрацию кислорода, другие уменьшают ее. К первой группе процессов, обогащающих воду кислородом, следует отнести:

- процесс абсорбции кислорода из атмосферы;
- выделение кислорода водной растительностью в процессе фотосинтеза;
- поступление в водоемы с дождевыми и снеговыми водами, которые обычно пересыщены кислородом.

В поверхностных водах содержание растворенного кислорода варьирует в широких пределах – от 0 до 14 мг/дм<sup>3</sup> – и подвержено сезонным и суточным колебаниям. Суточные колебания зависят от интенсивности процессов его продуцирования и потребления и могут достигать 2,5 мг/дм<sup>3</sup> растворенного кислорода. В зимний и летний периоды распределение кислорода носит характер стратификации. Дефицит кислорода чаще наблюдается в водных объектах с высокими концентрациями загрязняющих органических веществ и в эвтрофированных водоемах, содержащих большое количество биогенных и гумусовых веществ.



Концентрация кислорода определяет величину окислительно-восстановительного потенциала и в значительной мере направление и скорость процессов химического и биохимического окисления органических и неорганических соединений.

Кислородный режим оказывает глубокое влияние на жизнь водоема. Минимальное содержание растворенного кислорода, обеспечивающее нормальное развитие рыб, составляет около  $5 \text{ мг/дм}^3$ . Понижение его до  $2 \text{ мг/дм}^3$  вызывает массовую гибель (замор) рыбы. Неблагоприятно сказывается на состоянии водного населения и пересыщение воды кислородом в результате процессов фотосинтеза при недостаточно интенсивном перемешивании слоев воды.

Уровень загрязненности воды и класс качества	Растворенный кислород		
	лето, мг/дм <sup>3</sup>	зима, мг/дм <sup>3</sup>	% насыщения
Очень чистые, I	9	14–13	95
Чистые, II	8	12–11	80
Умеренно загрязненные, III	7–6	10–9	70
Загрязненные, IV	5–4	5–4	60
Грязные, V	3–2	5–1	30
Очень грязные, VI	0	0	0

**Содержание кислорода в водоемах с различной степенью загрязненности**

*Окисляемость перманганатная и бихроматная (ХПК).* Величина, характеризующая содержание в воде органических и минеральных веществ, окисляемых одним из сильных химических окислителей при определенных условиях, называется окисляемостью. Существует несколько видов окисляемости воды: перманганатная, бихроматная, иодатная, цериевая. Наиболее высокая степень окисления достигается методами бихроматной и иодатной окисляемости воды.

Окисляемость	мг О/дм <sup>3</sup>	Зона
Очень малая	0–2	Высокогорье
Малая	2–5	Горные районы
Средняя	5–10	Зоны широколиственных лесов, степи, полупустыни и пустыни, а также тундра
Повышенная	15–20	Северная и южная тайга

**Физико-географическая зональность  
природных вод**

В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов у пунктов питьевого водопользования величина ХПК не должна превышать 15 мг О/дм<sup>3</sup>; в зонах рекреации в водных объектах допускается величина ХПК до 30 мг О/дм<sup>3</sup>.

**Величины ХПК в водоемах с различной степенью загрязненности**

Степень загрязнения (классы водоемов)	ХПК, мг О/дм <sup>3</sup>
Очень чистые	1
Чистые	2
Умеренно загрязненные	3
Загрязненные	4
Грязные	5–15
Очень грязные	>15

$BPK_5$ . В лабораторных условиях наряду с  $BPK_n$  определяется  $BPK_5$  – биохимическая потребность в кислороде за 5 суток.

В поверхностных водах величины  $BPK_5$  изменяются обычно в пределах 0,5–4 мг  $O_2$ /дм<sup>3</sup> и подвержены сезонным и суточным колебаниям.

Сезонные колебания зависят в основном от изменения температуры и от исходной концентрации растворенного кислорода. Влияние температуры сказывается через ее воздействие на скорость процесса потребления, которая увеличивается в 2–3 раза при повышении температуры на 10°C. Влияние начальной концентрации кислорода на процесс биохимического потребления кислорода связано с тем, что значительная часть микроорганизмов имеет свой кислородный оптимум для развития в целом и для физиологической и биохимической активности.

Степень загрязнения (классы водоемов)	БПК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
Очень чистые	0,5–1,0
Чистые	1,1–1,9
Умеренно загрязненные	2,0–2,9
Загрязненные	3,0–3,9
Грязные	4,0–10,0
Очень грязные	10,0

**Величины БПК<sub>5</sub> в водоемах с различной степенью загрязненности**