

6 НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ. ЕКОЛОГІЧНІ НОРМАТИВИ ЯКОСТІ ВОДИ

1. Нормування якості води в водних об'єктах різних видів водокористування.
2. Екологічні нормативи якості вод. Показники складу і властивостей води.

1. Нормування якості води в водних об'єктах різних видів водокористування.

Безпечне використання води з водних об'єктів для потреб населення та галузей економіки потребує встановлення норм в залежності від виду водокористування. Норми якості води представляють собою сукупність встановлених допустимих значень показників складу і властивостей води водних об'єктів, в межах яких надійно відвертається шкода здоров'ю населення, забезпечуються нормальні умови водокористування і екологічне благополуччя водного об'єкта.

Показники, що входять до сукупності норм якості води, називаються *нормованими показниками складу і властивостей води*. Вони включають нормовані властивості води, тобто загальні вимоги до фізичних, хімічних, біологічних характеристик властивостей води (температури, водневого показника рН, запахів, присмаків, токсичності води та ін.), і нормовані речовини, що характеризуються нормами їх вмісту і гранично допустимими концентраціями (ГДК) у воді водних об'єктів різних категорій водокористування (у воді водних об'єктів господарсько-питного та комунально-побутового водокористування).

Нормовані речовини розподіляються на групи з однаковими лімітуючими ознаками шкідливості (ЛОШ), класами безпеки.

Норми якості води поверхневих та морських водних об'єктів встановлюються для господарсько-питного, комунально-побутового і рибогосподарського видів водокористування.

До господарсько-питного водокористування належать водні об'єкти використані як джерела господарсько-питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості.

До комунально-побутового водокористування належать водні об'єкти використані для купання, заняття спортом і відпочинку населення. Вимоги до якості води, що встановлені для комунально-побутового водокористування, поширюються на водні об'єкти або їх ділянки, які знаходяться в межах населених пунктів.

До рибогосподарських водних об'єктів належать водотоки, водойми або їх окремі ділянки, що використовуються (можуть використовуватись) для промислового добування риби та інших об'єктів водяного промислу або мають значення для відтворення їх запасів. Вони підрозділяються на 3 категорії:

- 1) до вищої категорії належать ділянки водних об'єктів у місцях розташування нерестовищ, зимувальних ям і масового нагулу особливо цінних видів риб, мешкання промислових водних ссавців, а також охоронних зонах господарств

будь-якого типу для штучного розведення та вирощування цінних видів риб, водних тварин і рослин;

- 2) до першої категорії належать водні об'єкти, які використовуються для збереження і відтворення цінних видів риб, що мають високу чутливість до вмісту кисню;
- 3) до другої категорії належать водні об'єкти, що використовуються для інших рибогосподарських потреб.

Види та категорії водокористування на водних об'єктах встановлюються за поданням органів Державного комітету України по рибному господарству та рибній промисловості та МОЗ України. За умови розробки та затвердження екологічних чи інших вимог і норм стану водних об'єктів ці вимоги і норми слід враховувати при розрахунку ГДС речовин.

Під час скиду зворотних вод або проведення інших видів господарської діяльності, що впливають на стан водних об'єктів, які використовуються для господарсько-питних і комунально-побутових потреб, норми якості води або (у випадках природного перевищення цих норм) її природний склад і властивості мають дотримуватись на ділянках водних об'єктів у межах населених пунктів, а також у водотоках впродовж 1 км вище найближчого за течією пункту водокористування (водозабору для господарсько-питного водопостачання, місця купання або організованого відпочинку, території населеного пункту), у водоймах – на акваторії в межах 1 км від пункту водокористування, у прибережних зонах морів – на найближчій границі району водокористування або зони санітарної охорони.

Під час скиду зворотних вод або проведення інших видів господарської діяльності, що впливають на стан рибогосподарських водотоків і водойм, норми якості води або (у випадках природного перевищення цих норм) її природний склад і властивості мають дотримуватись у межах рибогосподарської ділянки, починаючи з контрольного створу або пункту, визначеного в кожному конкретному випадку органами Мінприроди України, але не далі 500 м від місця скиду зворотних вод або розташування інших джерел забруднення, що впливають на якість води (місце видобування корисних копалин, проведення робіт на водному об'єкті і т. ін.).

Під час скиду зворотних вод у прибережну смугу моря рибогосподарські норми якості води мають дотримуватись у контрольному створі, що розташований на відстані 250 м від місця в будь-якому напрямі.

Норми якості води водних об'єктів включають:

- 1) загальні вимоги до складу і властивостей води водотоків та водойм для різних видів водокористування;
- 2) перелік ГДК нормованих речовин у воді водних об'єктів, які використовуються для господарсько-питних і комунально-побутових потреб населення;
- 3) перелік ГДК нормованих речовин у воді водних об'єктів, які використовуються у рибогосподарських цілях.

Для всіх нормованих речовин при рибогосподарському водокористуванні та для речовин, які відносяться до 1 та 2 класу небезпеки при інших видах водокористування, при надходженні в водні об'єкти декількох речовин з однаковою лімітуючою ознакою шкідливості, сума відношень концентрацій (C_1, C_2, \dots, C_n) кожної з речовин в контрольному створі до відповідних ГДК не повинна перевищувати одиниці:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} \dots \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1 \quad (1)$$

Водний об'єкт або його ділянка вважається забрудненою, якщо у місцях водокористування не виконуються норми якості води у водному об'єкті.

Для унікальних водних об'єктів можуть встановлюватися особливі вимоги до якості води. Таким водним об'єктам може бути надано статус заповідника або заказника у встановленому законом порядку.

Окремі водотоки, водойми або їх ділянки можуть бути надані у відокремлене водокористування для використання переважно в певних господарських цілях, наприклад для риборозведення, охолодження підігрітих вод (ставки-охолоджувачі), створення лісотоварних баз та інших цілей.

Водні об'єкти вважаються придатними для комунально-побутового і господарсько-питного водокористування, якщо одночасно виконуються нижчезазначені умови:

- 1) для відповідної категорії водокористування не порушуються загальні вимоги до складу і властивостей води (табл. 1);
- 2) для речовин, що належать до першого і другого класів небезпеки виконується умова:

$$\sum \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1, \quad (2)$$

де C_i і $ГДК_i$ – відповідно концентрація і ГДК i -ої речовини першого або другого класу небезпеки;

- 3) для речовин, що належать до третього і четвертого класів небезпеки виконується умова:

$$C \leq ГДК, \quad (3)$$

де C – концентрація речовини у водному об'єкті.

Для рибогосподарського водокористування придатними вважаються об'єкти, якщо одночасно виконується ряд умов:

- 1) для відповідної рибогосподарської категорії не порушуються загальні вимоги до складу і властивостей води (табл. 2);

Таблиця 1 – Загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів питного та культурно-побутового водокористування

Показники складу і властивостей води водойми	Категорія водокористування	
	Для господарсько-питного водопостачання	Для купання, спорту і відпочинку населення, а також водойми у межах міста
плаваючі домішки	на поверхні водойм не повинні спостерігатися плаваючі плівки, плями мінеральних олив та скупчення інших домішок	
завислі речовини	їх вміст не повинен збільшуватись більше, ніж на 0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³
колір	не повинен виявлятися у стовпчику: 20 см	10 см
температура	літня температура води в результаті скиду стічних вод не повинна збільшуватися більше ніж на 3 ^o C порівняно з середньомісячною температурою самого спекотного місяця року за останні 10 років	
реакція	не повинна виходити за межі 6,5 – 8,5 рН	
мінеральний склад	не повинен перевищувати за щільним залишком 1000 мг/дм ³ , у тому числі хлоридів 350 мг/дм ³ і сульфатів 500 мг/дм ³	
розчинений кисень	не повинен бути менше 4 мг/дм ³ у будь-який період року у пробі, відібраній до 12 годин дня	
біохімічна потреба у кисні	повна потреба у ньому води при температурі 20 ^o C не повинна перевищувати 3 мг/дм ³	6 мг/дм ³
збудники захворювань	повинні бути відсутні у воді	
отруйні речовини	не повинні міститися у концентраціях, які можуть прямо чи опосередковано шкідливо впливати на організм і здоров'я населення	

2) для речовин, що належать до однакового ЛОШ, виконується умова:

$$\sum \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1, \quad (4)$$

де C_i і $ГДК_i$ – відповідно концентрація та ГДК i -ої речовини, що належить до даної ЛОШ.

Таблиця 2 – Загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів, що використовують для рибогосподарських цілей

Показники складу і властивостей води водойми	Категорія водокористування	
	Водойми, що використовуються для збереження і відтворення цінних видів риб, які мають високу чуттєвість до кисню	Водойми, що використовуються, для всіх інших рибогосподарських цілей
завислі речовини	їх вміст не повинен збільшуватись більше, ніж на 0,25 мг/дм ³ 0,75 мг/дм³	
плаваючі домішки	на поверхні не повинні спостерігатися плівки нафтопродуктів, олив, жирів тощо	
колір, запах, присмак	вода не повинна набувати сторонніх запахів, присмаків, забарвлення і надавати їх м'ясу риб	
температура	не повинна підвищуватися у літній період більше ніж на 3 ^o C, а в зимовий – на 5 ^o C	
реакція	не повинна виходити за межі 6,5 – 8,5 рН	
розчинений кисень	У літній (відкритий) період у всіх водоймах повинен бути не нижче 6 мг/дм ³ у пробі, відібраній до 12 годин дня	
біохімічна потреба у кисні	повна потреба води в кисні (при 20 ^o C) не повинна перевищувати 3 мг/дм ³	

2. Екологічні нормативи якості вод. Показники складу і властивостей води.

Показники якості води *поділяються на* фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні і хімічні.

До основних фізичних показників якості води відносяться температура, запах, прозорість, колір, вміст завислих (зважених) речовин.

Температура води. У водоймах температура є результатом одночасної дії сонячної радіації, теплообміну з атмосферою, перенесення теплоти течіями, перемішування водних мас і надходження нагрітих вод із зовнішніх джерел. Температура впливає практично на всі процеси, від яких залежать склад і властивості води. Цей показник води вимірюють у градусах Цельсія (°C).

Запах і смак. Запах води створюється специфічними речовинами, які надходять у воду в результаті життєдіяльності гідробіонтів, розкладання органічних речовин, хімічної взаємодії компонентів, що містяться в ній, та надходження із зовнішніх (алохтонних) джерел. Виокремлюють такі види запахів: ароматичний (квітковий, огірковий), землистий, болотний, гнильний, деревинний, цвільовий, хлорний, нафтовий, фенольний, сірководневий, непевний (не подібний до жодного із зазначених запахів). Смак води буває гіркий, кислий, солоний. Усі інші смакові відчуття кваліфікуються як присмаки. Інтенсивність запахів і присмаків вимірюють у балах.

дуже слабкий – 0,

слабкий – 1,

помітний – 2,

виразний – 3,
дуже виразний – 4.

Наявність у воді хлориду натрію, хлориду калію понад 500 мг/л вода має солоний смак, а солей магнію у воді понад 1000 мг/л спричиняють у ній гіркий смак води. Вміст у воді двовуглекислих солей закису заліза, сульфату міді, солі кальцію призводять до чорнильного і в'язучого смаку. Продукти гниття органічних речовин надають воді неприємного затхлого, гнилісного, сірководневого смаку, а гумінові кислоти – болотистого смаку.

Прозорість води залежить від ступеня розсіювання сонячного світла речовинами органічного та мінерального походження, які перебувають у воді в завислому і колоїдному стані. Вона визначає перебіг біохімічних процесів, які потребують освітлення (первинне продукування, фотоліз). Прозорість вимірюють у сантиметрах.

Кольоровість води зумовлюється вмістом органічних забарвлених сполук. Речовини, які забарвлюють воду, надходять у неї внаслідок вивітрювання гірських порід, перебігу продуктивних процесів усередині водойм, з підземним стоком та із антропогенних джерел. Висока кольоровість знижує органолептичні властивості води та зменшує вміст у ній розчиненого кисню. Кольоровість води вимірюють у градусах і визначають колориметрично, порівнюючи її з дихромат-кобальтовою шкалою кольоровості.

Вміст завислих речовин. Джерелом завислих речовин можуть бути процеси ерозії ґрунтів і гірських порід, помутніння донних відкладів, продукти метаболізму і розкладення гідробіонтів та хімічних реакцій, антропогенні джерела. Завислі речовини впливають на стан життєдіяльності гідробіонтів, призводять до замулювання водойм, спричиняючи їх екологічне старіння (евтрофікацію). Вміст завислих речовин визначають у грамах на метр кубічний (мг/дм³).

Суспензії (пісок, глина, намул) потрапляють у водойми головним чином за рахунок поверхневого змиву дощовими водами з сільськогосподарських полів, а також з діючих підприємств гірничо-рудної промисловості. Пил надходить у водойми також з сильними вітрами, особливо в суху погоду. Тверді частинки різко знижують прозорість води, пригнічуючи процеси фотосинтезу водних рослин, забивають зябра риб і інших водних тварин, погіршують смакові якості води.

Бактеріологічні показники характеризують забрудненість води патогенними мікроорганізмами. До найважливіших бактеріологічних показників належать: колі-індекс – кількість кишкових паличок в 1 л води; колі-титр – кількість води в мілілітрах, в якій може бути знайдено одну кишкову паличку; число лактозопозитивних кишкових паличок; число коліфагів.

Гідробіологічні показники дають змогу оцінити якість води за видовим складом живих організмів та рослинністю у водоймах. Зміна видового складу екосистем може відбуватися за незначного забруднення водойм, яке не виявляється жодним способом. Тому гідробіологічні показники є найчутливішими.

Існує кілька способів гідробіологічного оцінювання якості води:

1. оцінювання якості води за рівнем сапробності. **Сапробність** – ступінь насичення води органічними речовинами. Використовуючи шкалу, запропоновану Кольквітцем і Марсоном, за наявністю гідробіонтів у водоймі можна визначити категорію забрудненості води, так звану зону сапробності;
2. оцінювання якості за видовим складом організмів. З збільшенням ступеня забрудненості водойм видовий склад, як правило зменшується. Тому зміна видового складу є показником зміни якості води. Оцінювання видового складу здійснюють на основі індексів різноманіття (індекси Марголефа, Шеннона і ін.);
3. оцінювання якості води за функціональними характеристиками водойм. У цьому разі якість води визначають за величиною первинної продукції, інтенсивності деструкції та деякими іншими показниками.

Фізичні, бактеріологічні й гідробіологічні показники належать до загальних показників якості води. Хімічні показники можуть бути загальними і специфічними. До числа загальних хімічних показників якості відносять: розчинений кисень, хімічне та біохімічне споживання кисню (**ХСК**, **БСК**), водневий показник (рН), вміст азоту і фосфору, мінеральний склад (визначається за сумарним вмістом семи головних іонів: K^+ , Na^+ , Ca^+ , Mg^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO^-).

Розчинений кисень. Основними джерелами надходження кисню у водойми є газообмін з атмосферою (атмосферна реаерація), фотосинтез та зливові й талі води, які зазвичай перенасичені киснем. Окисні реакції є основним джерелом енергії для переважної більшості гідробіонтів. Розчинений у воді кисень використовується гідробіонтами для дихання та окиснення органічних речовин. Тому низький уміст розчиненого у воді кисню негативно впливає на весь комплекс біохімічних й екологічних процесів у водному об'єкті.

Хімічне споживання кисню (ХСК) – це кількість кисню в міліграмах або грамах на 1 л води, необхідна для окиснення вуглецевмісних речовин до CO_2 , H_2O і NO_3 , сірковмісних – до сульфатів і фосфоровмісних – до фосфатів. ХСК визначають окисненням домішок води за допомогою біхромату калію ($K_2Cr_2O_7$) або перманганату натрію ($NaMnO_4$). Величина **ХСК** дає змогу оцінити вміст окиснених речовин, але не дає інформації про їхній склад. Тому **ХСК** належить до узагальнених показників.

Біохімічне споживання кисню (БСК) – це кількість кисню, що витрачається за певний проміжок часу на аеробне біохімічне окиснення (розкладання) нестійких органічних сполук, які містяться у воді. **БСК** визначають для різних проміжків часу: 5 діб (**БСК₅**), 20 діб (**БСК₂₀**), незалежно від часу для повного окиснення органіки (**БСК_{повн}**). Кількість **ХСК** і **БСК** визначають у міліграмах кисню на 1 л. Тому **ХСК** визначають як кількість кисню, що споживається для хімічного окиснення органічних і неорганічних сполук, які містяться у воді, під дією окисників. **БСК** – це кількість кисню, що споживається для біохімічного окиснення речовин, які містяться у воді, в аеробних умовах. Отже, **ХСК** і **БСК** можна розглядати як загрозу антропогенної евтрофікації водойм.

Водневий показник (pH). Активну реакцію води виражають водневим показником (pH), який є від'ємним десятковим логарифмом активності йонів Гідрогену:

$$pH = -\lg[a_H^+], \quad (5)$$

Величину pH вимірюють електрометрично або за допомогою індикаторів. Від pH води залежить розвиток водяних і сільськогосподарських рослин, перебіг продукційних та багатьох інших процесів водопідготовки.

Азот. У природних водах азот може перебувати у вигляді вільних молекул. В загальному азоті природних вод прийнято виділяти органічну і мінеральну форму. Основними джерелами надходження азоту є процеси, які відбуваються всередині водойми, газообмін з атмосферою, атмосферні опади та антропогенне забруднення. Різні форми азоту в процесі його кругообміну можуть трансформуватися, переходячи з однієї форми в іншу. Азот належить до найважливіших лімітуючи біогенних елементів. Високий вміст азоту у воді прискорює процеси евтрофікації водойм, тобто бурхливий розвиток мікроскопічних водоростей, «цвітіння» водойм, загибель риб та інших водних організмів, тобто кардинально порушує стан водних екосистем.

Кінцевим продуктом розкладу азоту є аміак. Тому його наявність у водоймі завжди викликає підозру щодо забруднення стічними водами. Аміак, розчинений у воді, поступово переходить спочатку в азотисту, а потім в азотну кислоту. Присутність у воді тієї чи іншої азотної сполуки свідчить, що наявність у воді аміаку і відсутність нітритів вказує на нещодавнє забрудненнями водами; сумісна їх наявність – що з моменту забруднення нітратами і нітритами пройшов час і при цьому відсутній аміак – забруднення відбулося давно й вода встигла значною мірою самоочиститися.

Усі азотні сполуки шкідливі для здоров'я людей. Особливо токсичними вважаються нітрити (вони є нестабільними сполуками і у воді швидко переходить у нітрати). Аміак нейтралізується хлором і тому зникає в процесі хлорування питної води. Вміст нітратів у питній воді не повинен перевищувати 45 мг/л. До шкідливих ефектів, які спричиняються високим вмістом у водоймах азотних сполук, можна віднести зниження кількості розчиненого у воді кисню, появу неприємного запаху й смаку, засмічування фільтрів водоочисних споруд мікрободоростями, зниження природних властивостей водойм.

Нітрати і нітрити. Наявність у воді альбуміноїдного аміаку, а також солей аміаку і нітратної кислоти свідчить про забруднення її органічними речовинами тваринного походження (гній, сеча), в результаті чого ця вода є шкідливою за санітарним станом. Якщо концентрація нітритів у питній воді перевищує 30 мг/кг і цю воду споживають, то виникає хвороба метгемаглобінемія у людському організмі. За нормативами у доброякісній питній воді аміаку і нітратів не повинно бути взагалі. Але якщо у воді є кількість нітратної кислоти і не має аміаку та солей нітритної кислоти, то це свідчить про те, що процес окислення (мінералізації) завершився і така вода є не шкідливою. Якщо водночас у воді з солями нітратної кислоти є кількість солей нітритної кислоти і аміаку, то дане джерело водопостачання являється забрудненим.

Феноли надходять у водойми з антропогенних джерел у процесі метаболізму гідробіонтів і біохімічної трансформації органічних речовин. Джерелом надходження фенолів є гумінові речовини, що утворюються в ґрунтах і торф'яниках. Феноли токсично діють на гідробіонтів та погіршують органолептичні властивості води.

Нафтопродукти. До нафтопродуктів належить пальне, масла і мастила, бітуми та деякі інші продукти, які є вуглеводнями різних класів. Джерело надходження нафтопродуктів – витікання їх під час видобування, перероблення і транспортування, стічні води. Незначна кількість нафтопродуктів може виділятися в результаті процесів, що відбуваються у водоймах. Вуглеводні, що входять до складу нафтопродуктів діють токсично і мають незначну наркотичну дію на живі організми та уражують серцево-судинну й нервову системи.

Поверхнево-активні речовини (ПАР) і штучно поверхнево активні речовини. До ПАР належать органічні речовини, які мають різко виражену здатність до адсорбції на поверхні розподілу повітря – рідина. У воду найбільш потрапляють штучно поверхневі активні речовини, які токсично діють на гідробіонтів і людину, зменшують газообмін водойм з атмосферою та інтенсивність процесів усередині водойм, погіршують органолептичні властивості води.

Важкі метали. Досить поширеними важкими металами є свинець, мідь, цинк, хром, кадмій, кобальт. Важкі метали мають мутагенну і токсичну дію, різко зменшують інтенсивність біохімічних процесів у водоймах.

Фосфор. У вільному стані в природних умовах фосфор не виявлено. В природних водах він перебуває у вигляді органічних і неорганічних сполук. Основна маса фосфору перебуває у завислому стані. Сполуки фосфору надходять у воду в результаті різних процесів у водоймі, вивітрювання і розчинення гірських порід, обміну з донними відкладами та із антропогенних джерел. На вміст різних форм впливають процеси його кругообігу. На відміну від азоту кругообіг фосфору не збалансований, тому його вміст у воді нижчий. Фосфор найчастіше буває тим лімітуючим біогенним елементом, вміст якого визначає характер продукційних процесів у водоймах.

Більшість екологів вважає, що вміст фосфору у воді є головним лімітуючим фактором для процесів *евтрофікації*. Зокрема, встановлено, що вміст азотних сполук у воді може бути досить високим, але при малому вмісті фосфору евтрофікація не спостерігається.

Забруднення водойм сполуками фосфору має ті ж джерела, що й забруднення сполуками азоту: це стічні води сільськогосподарських підприємств, гниючі рештки рослинного й тваринного походження, промислові стоки. Починаючи з 70 – х років, одним з головних джерел фосфорного забруднення водойм стали миючі засоби (пральні порошки). Більшість із них містить сполуки фосфору, які дуже повільно розкладаються в навколишньому середовищі, і накопичуючись у водоймах, спричиняють бурхливий ріст водоростей та інші негативні явища. З огляду на це в деяких країнах заборонено випуск пральних порошоків на основі фосфорних сполук.