

## РОЗДІЛ 2. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ЗАБРУДНЕНИХ СТОКІВ

### ЯКІСТЬ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

Якість води – це характеристика складу і властивостей води, яка визначає її придатність для конкретних видів використання і як середовище безпечного існування гідробіонтів.

Якісний склад води визначається фізичними, хімічними та біологічними показниками.

Фізичні показники: температура, °С; запах, бали; прозорість, см водного стовбчика; кольоровість, градуси забарвлення води; вміст завислих речовин, мг/дм<sup>3</sup>.

Хімічні показники: рН; концентрація розчинених мінеральних та органічних сполук, мг/дм<sup>3</sup>; хімічне споживання кисню (ХСК), мг/дм<sup>3</sup>; біохімічне споживання кисню (БСК), мг/дм<sup>3</sup>; мінералізація, мг/дм<sup>3</sup>.

Біологічні показники поділяються на бактеріологічні та гідробіологічні.

Бактеріологічні показники визначають можливу наявність у воді хвороботворних мікробів, які потрапляють у воду з організму хворої людини, ймовірне мікробне зараження води визначається за допомогою тест-об'єктів – кишкових паличок, які постійно мешкають у людському організмі. Наявність у воді кишкових паличок вказує, що до водного об'єкту потрапила певна кількість побутових стічних вод.

Гідробіологічні показники складаються з окремих особливостей поведінки та життєдіяльності гідробіонтів у зв'язку з наявністю і ступеню забруднення водних об'єктів. Це може бути перехід окремих гідробіонтів з забруднених зон до незабруднених, їх видове різномаяття, розвиток окремих форм і пригнічення інших, коливання загальної чисельності і біомаси водних організмів та водоростей.

Метод оцінки якості води, як середовища мешкання гідробіонтів, за видовим складом і показниками кількісного розвитку видів-індикаторів та за структурою утворених ними угруповань має назву *біоіндикація*.

Біоіндикатори якості води – це організми, присутність яких у водному об’єкті, їх кількість, а також особливості розвитку вказують на перебіг внутриводоймищних процесів і вплив алахтонних чинників на формування якості води.

Для оцінки можливостей використання води з водних об’єктів для потреб населення та галузей економіки встановлені такі нормативи екологічної безпеки водокористування:

- загальні вимоги до складу і властивостей води водних об’єктів;
- гранично допустимі концентрації (ГДК) речовин у воді водних об’єктів, які використовуються для питних, господарсько-побутових та інших потреб населення (санітарно-гігієнічні нормативи);
- ГДК речовин у воді водних об’єктів, які використовуються для потреб рибного господарства (рибогосподарські нормативи).

Загальні вимоги до складу і властивості води водних об’єктів (табл. 5) містять санітарно-гігієнічні та рибогосподарські нормативи фізичних, узагальнених хімічних та бактеріологічних показників, а також ряд декларативних заборон.

Таблиця 5. Загальні вимоги до складу і властивостей води водних об’єктів.

| Показники складу і властивостей води водного об’єкту | Види водокористування   |   |  |                  |
|--|---|---|--|------------------|
|  | Господарсько-питне водопостачання   | Рекреація, а також водні об’єкти, в межах населених пунктів | Рибогосподарські                       |                  |
|  |   |   | Вищої та першої категорії              | Другої категорії |
| 1  | 2   | 3   | 4                                      | 5                |
| Завислі речовини                                     | При скиді зворотних вод концентрація завислих речовин у контрольному створі не повинна збільшуватися на:<br>0,25 мг/л   0,75 мг/л   0,25 мг/л   0,75 мг/л<br>Для водотоків, що містять у межівь понад 30 мг/л завислих речовин природного походження, допускається їх збільшення у воді до 5%.<br>Вміст у воді завислих речовин техногенного походження, таких як: пластівці гідроксидів металів, частки азбесту, скловолокна, базальту, капрону, лавсану та інш., нормується за ГДК. |   |  |                  |
| Плаваючі домішки (речовини)                          | На поверхні води не повинні виявлятися плівки нафтопродуктів, жирів, мастил та скупчення інших домішок.   |   |  |                  |
| Кольоровість   | Не повинна виявлятися у стовбчику води:<br>20 см   10 см  |   | Вода не повинна набувати іншого коляру |                  |



- для водних об'єктів, вода яких використовується для рибогосподарських потреб – установами та органами рибного господарства.

Перелік санітарно-гігієнічних ГДК на цей час налічує понад 2000 речовин, рибогосподарських – понад 1500 речовин. Переліки ці постійно збільшуються, бо, згідно з водоохоронним законодавством, скид стічних вод, що містять речовини, для яких не встановлено нормативів ГДК, у водні об'єкти, заборонено.

Нормативи ГДК для деяких найбільш поширених у виробництві та у побуті речовин наведені у табл. 6.

Нормативи екологічної безпеки використовуються для поточного контролю якості води водних об'єктів, для розрахунків гранично допустимих скидів зворотних вод у водні об'єкти і планування на цій підставі водоохоронних заходів для конкретних водокористувачів. В особливих випадках, наприклад, при використанні водних об'єктів для лікувальних, курортних, оздоровчих, рекреаційних та інших цілей, можуть встановлюватись більш суворі нормативи екологічної безпеки.

Для оцінки стану водотоків та водойм і визначення комплексу водоохоронних заходів для підвищення їх екологічного благополуччя користуються екологічними нормативами якості поверхневих вод, які передбачають розподіл водних об'єктів на 5 класів та 7 категорій за якістю води.

Загальна характеристика водних об'єктів за класами і категоріями якості води наведена у табл. 7.

Таблиця 6. Скорочений перелік нормативів ГДК

| Найменування речовин | Господарсько-питне водопостачання |                                 |                    | Рибогосподарське |                                 |
|----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------|------------------|---------------------------------|
|                      | ГДК, мг/л                         | Лімітуючий показник шкідливості | Клас небезпечності | ГДК, мг/л        | Лімітуючий показник шкідливості |
| 1                    | 2                                 | 3                               | 4                  | 5                | 6                               |
| 1. Азот амонійний    |                                   |                                 |                    |                  |                                 |
| 2. Алюміній          |                                   |                                 |                    |                  |                                 |
| 3. Ацетон            |                                   |                                 |                    |                  |                                 |
| 4. Барій             |                                   |                                 |                    |                  |                                 |
| 5. Бензол            |                                   |                                 |                    |                  |                                 |

|                                    |  |  |  |  |  |
|------------------------------------|--|--|--|--|--|
| 6. Гідрохінон                      |  |  |  |  |  |
| 7. Гліцерин                        |  |  |  |  |  |
| 8. ДДТ (технічний)                 |  |  |  |  |  |
| 9. Діетиленглицоль                 |  |  |  |  |  |
| 10. Залізо (загальне)              |  |  |  |  |  |
| 11. Жири рослинні та тваринні      |  |  |  |  |  |
| 12. Ізопрен                        |  |  |  |  |  |
| 13. Кадмій                         |  |  |  |  |  |
| 14. Капролактам                    |  |  |  |  |  |
| 15. Карбофос                       |  |  |  |  |  |
| 16. Кобальт                        |  |  |  |  |  |
| 17. Ксілол                         |  |  |  |  |  |
| 18. Фарбники синтетичні (кислотні) |  |  |  |  |  |
| 19. Латекс ЛМФ                     |  |  |  |  |  |
| 20. Марганець                      |  |  |  |  |  |
| 21. Мідь                           |  |  |  |  |  |
| 22. Метанол                        |  |  |  |  |  |
| 23. Метафос                        |  |  |  |  |  |
| 24. Мочевина                       |  |  |  |  |  |
| 25. Миш'як                         |  |  |  |  |  |
| 26. Натрій                         |  |  |  |  |  |
| 27. Нафта та нафтопродукти         |  |  |  |  |  |
| 28. Нікель                         |  |  |  |  |  |
| 29. Нітрати                        |  |  |  |  |  |
| 30. Нітроти                        |  |  |  |  |  |
| 31. Поліакриламід                  |  |  |  |  |  |
| 32. Ртуть                          |  |  |  |  |  |
| 33. Свинець                        |  |  |  |  |  |
| 34. Селен                          |  |  |  |  |  |
| 35. СПАР                           |  |  |  |  |  |
| 36. Стірол                         |  |  |  |  |  |
| 37. Стронцій                       |  |  |  |  |  |
| 38. Сульфати                       |  |  |  |  |  |
| 39. Сульфід                        |  |  |  |  |  |
| 40. Тіофос                         |  |  |  |  |  |
| 41. Титан                          |  |  |  |  |  |
| 42. Толуол                         |  |  |  |  |  |
| 43. Оцетна кислота                 |  |  |  |  |  |
| 44. Фенол                          |  |  |  |  |  |
| 45. Формальдегід                   |  |  |  |  |  |
| 46. Фосфати                        |  |  |  |  |  |
| 47. Хлориди                        |  |  |  |  |  |
| 48. Хром (трьохвалентний)          |  |  |  |  |  |
| 49. Хром (шестивалентний)          |  |  |  |  |  |
| 50. Ціаніди                        |  |  |  |  |  |
| 51. Цинк                           |  |  |  |  |  |
| 52. Етанол                         |  |  |  |  |  |

Таблиця 7. Класи і категорії якості поверхневих вод за екологічною класифікацією

| Клас якості води   | I                            |                 | II               |                   | III                |                   | IV           | V |
|--|------------------------------|-----------------|------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------|---|
| Категорія якості води  | 1                            | 2               | 3                | 4                 | 5                  | 6                 | 7            |   |
| Назва класів і категорій якості води за їх станом                          | Відмінні                     | Добрі           |                  | Задовільні        |                    | Погані            | Дуже погані  |   |
| Назва класів і категорій якості вод за ступенем їх чистоти (забрудненості) | Відмінні                     | Дуже добрі      | Добрі            | Задовільні        | Посередні          | Погані            | Дуже погані  |   |
| Трофність (переважаючий тип)   | Дуже чисті                   | Чисті           |                  | Забруднені        |                    | Брудні            | Дуже брудні  |   |
|  | Дуже чисті                   | Чисті           | Досить чисті     | Слабко забруднені | Помірно забруднені | Брудні            | Дуже брудні  |   |
|  | Оліготрофні                  | Мезотрофні      |                  | Евтрофні          |                    | Політрофні        | Гіпертрофні  |   |
|  | Оліготрофні-оліго-мезотрофні | Мезотрофні      | Мезоевтрофні     | Евтрофні          | Евполітрофні       | Політрофні        | Гіпертрофні  |   |
| Сапробність  | Олігосапробні                |                 | β-мезосапробні   |                   | α- мезосапробні    |                   | Полісапробні |   |
|  | β- олігосапробні             | α-олігосапробні | β'- мезосапробні | β''- мезосапробні | α'- мезосапробні   | α''- мезосапробні | Полісапробні |   |

Для визначення класу і категорії певного водного об'єкту користуються низкою критеріїв:

- критерії забруднення компонентами сольового складу (табл. 8);
- еколого-санітарні критерії (табл. 9);
- критерії вмісту специфічних речовин токсичної дії (табл. 10);
- критерії специфічних показників радіаційної дії (табл. 11).

Таблиця 8. Класифікація якості прісних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу

| Показники, мг/л | Клас якості води      |       |       |       |       |       |        |
|-----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                 | I                     | II    |       | III   |       | IV    | V      |
|                 | Категорія якості води |       |       |       |       |       |        |
|                 | 1                     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7      |
| Сума іонів      | 1000-                 | 1501- | 2001- | 2501- | 3001- | 3501- | > 4000 |

|          |       |         |         |          |           |           |        |
|----------|-------|---------|---------|----------|-----------|-----------|--------|
|          | 1500  | 2000    | 2500    | 3000     | 3500      | 4000      |        |
| Хлориди  | ≤ 200 | 201-400 | 401-600 | 601-800  | 801-1000  | 1001-1200 | > 1200 |
| Сульфати | ≤ 400 | 401-800 | 801-900 | 901-1000 | 1001-1100 | 1101-1200 | > 1200 |

Таблиця 9. Екологічна класифікація якості поверхневих вод за еколого-санітарними критеріями

| Показники                  | Клас якості води      |             |             |             |             |             |           |
|----------------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
|                            | I                     | II          |             | III         | IV          | V           |           |
|                            | Категорія якості води |             |             |             |             |             |           |
|                            | 1                     | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7         |
| Завислі речовини, мг/л     | < 5                   | 5-10        | 11-20       | 21-30       | 31-50       | 51-100      | > 100     |
| Прозорість, м              | > 1,50                | 1,00-1,50   | 0,65-0,95   | 0,50-0,60   | 0,35-0,45   | 0,20-0,30   | < 0,20    |
| pH                         | 6,9-7,0               | 6,7-6,8     | 6,5-6,6     | 6,3-6,4     | 6,1-6,2     | 5,9-6,0     | <5,9->8,7 |
| Азот амоній-ний, мг/л      | < 0,10                | 0,10-0,20   | 0,21-0,30   | 0,31-0,50   | 0,51-1,00   | 1,01-2,50   | > 2,50    |
| Азот нітритний, мг/л       | < 0,002               | 0,002-0,005 | 0,006-0,010 | 0,011-0,020 | 0,021-0,050 | 0,051-0,100 | >0,100    |
| Азот нітратний, мг/л       | < 0,20                | 0,20-0,30   | 0,31-0,50   | 0,51-0,70   | 0,71-1,00   | 1,01-2,50   | > 2,50    |
| Фосфор фосфатів, мг/л      | < 0,015               | 0,015-0,030 | 0,031-0,050 | 0,051-0,100 | 0,101-0,200 | 0,201-0,300 | >0,300    |
| Розчинений кисень, мг/л    | > 8,0                 | 7,6-8,0     | 7,1-7,5     | 6,1-7,0     | 5,1-6,0     | 4,0-5,0     | < 4,0     |
| Біхроматна окисність, мг/л | < 9                   | 9-15        | 16-25       | 26-30       | 31-40       | 41-60       | > 60      |
| БСК <sub>5</sub> , мг/л    | < 1,0                 | 1,0-1,6     | 1,7-2,1     | 2,2-4,0     | 4,1-7,0     | 7,1-12,0    | > 12,0    |

Таблиця 10. Екологічна класифікація якості поверхневих вод за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії

| Показники, мг/л   | Клас якості води      |           |           |           |           |           |        |
|-------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
|                   | I                     | II        |           | III       | IV        | V         |        |
|                   | Категорія якості води |           |           |           |           |           |        |
|                   | 1                     | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7      |
| Ртуть             | < 0,02                | 0,02-0,05 | 0,06-0,20 | 0,21-0,50 | 0,51-1,00 | 1,01-2,50 | > 2,50 |
| Кадмій            | < 0,1                 | 0,1       | 0,2       | 0,3-0,5   | 0,6-1,5   | 1,6-5,0   | > 5,0  |
| Мідь              | < 1                   | 1         | 2         | 3-10      | 11-25     | 26-50     | > 50   |
| Цинк              | < 10                  | 10-15     | 16-20     | 21-50     | 51-100    | 101-200   | > 200  |
| Свинець           | < 2                   | 2-5       | 6-10      | 11-20     | 21-50     | 51-100    | > 100  |
| Хром (загальний)  | < 2                   | 2-3       | 4-5       | 6-10      | 11-25     | 26-50     | > 50   |
| Нікель            | < 1                   | 1-5       | 6-10      | 11-20     | 21-50     | 51-100    | > 100  |
| Миш'як            | < 1                   | 1-3       | 4-5       | 6-15      | 16-25     | 26-35     | > 35   |
| Залізо (загальне) | < 50                  | 50-75     | 76-100    | 101-500   | 501-1000  | 1001-2500 | > 2500 |
| Марганець         | < 10                  | 10-25     | 26-50     | 51-100    | 101-500   | 501-      | > 1250 |

|                |       |         |         |         |         |          |        |
|----------------|-------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|
|                |       |         |         |         |         | 1250     |        |
| Фториди        | < 100 | 100-125 | 126-150 | 151-200 | 201-500 | 501-1000 | > 1000 |
| Ціаніди        | 0     | 1-5     | 6-10    | 10-25   | 26-50   | 51-100   | > 100  |
| Нафтопродукти  | < 10  | 10-25   | 26-50   | 51-100  | 101-200 | 201-300  | > 300  |
| Феноли (леткі) | 0     | < 1     | 1       | 2       | 3-5     | 6-20     | > 20   |
| СПАР           | 0     | < 10    | 10-20   | 21-50   | 51-100  | 101-250  | > 250  |

Таблиця 11. Екологічна класифікація якості поверхневих вод за критеріями специфічних показників радіаційної дії

| Показники,<br>Бк/л   | Клас якості води      |               |               |              |             |            |        |
|----------------------|-----------------------|---------------|---------------|--------------|-------------|------------|--------|
|                      | I                     | II            |               | III          | IV          | V          |        |
|                      | Категорія якості води |               |               |              |             |            |        |
|                      | 1                     | 2             | 3             | 4            | 5           | 6          | 7      |
| Сумарна β-активність | < 0,163               | 0,163-0,206   | 0,207-0,279   | 0,280-0,390  | 0,391-5,550 | 5,560-9,99 | > 9,99 |
| <sup>90</sup> Sr     | < 0,023               | 0,023-0,028   | 0,029-0,036   | 0,037-0,111  | 0,112-1,43  | 1,44-3,33  | > 3,33 |
| <sup>137</sup> Cs    | < 0,0044              | 0,0044-0,0095 | 0,0096-0,0185 | 0,0186-0,185 | 0,186-5,55  | 5,56-55,5  | > 55,5 |

Користуючись таблицями 8-11, екологічні нормативи якості води поверхневих вод визначаються як середньоарифметичні значення класу і категорії показників фактичного складу води водного об'єкта. При підрахунках дробові значення класів і категорій слід округляти до цілого більшого числа.

Екологічні нормативи якості води поверхневих вод дають змогу розробляти стратегію водоохоронних заходів з метою переведення водного об'єкта з однієї категорії до іншої, більш чистої категорії. При цьому слід достеменно встановити техногенне походження забруднюючого чинника, бо в разі природного забруднення клас якості води водного об'єкта залишається незмінним.