

УДК 556.5(07)

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-2.20>

МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ТА НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПРИРОДНИХ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

Бреус Д.С. – к.с.-г.н., доцент кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка,

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

Левченко М.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри технологій переробки та зберігання сільськогосподарської продукції,

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

Основними принципами й методами оцінювання та нормування якості природних ресурсів є управління в галузі, охорони й управління водних ресурсів є положення, на основі яких будується водогосподарська політика і які становлять теоретичну базу водоохоронної діяльності. У цій галузі існують міжнародні екологічні принципи управління та принципи, що використовуються в окремих країнах.

Обмеженість у водних ресурсах в Україні вимагає таких засад управління, комплексного використання й охорони вод, які б відповідали сучасним вимогам, що постають перед країнами Європи. Особливу увагу необхідно приділяти питанням управління якістю водних ресурсів річкових басейнів на основі комплексних екологічних оцінок фізичних властивостей, хімічного й гідробіологічного складу вод.

Якість вод разом із кількісною оцінкою їх ресурсів має велике значення під час планування водогосподарських заходів. Вона становить набір показників, який відображає потреби користувачів у складі й властивостях вод і дає змогу оцінити їх стан.

Екологічна оцінка, згідно з нормативним документом, що розглядається, є неодмінною умовою екологічного нормування якості поверхневих вод, його попереднім етапом. Тому під час виконання екологічної оцінки треба передбачати зіставлення одержаних результатів зі значеннями екологічних нормативів, установленими для цього водного об'єкта. Це необхідно для аналізу відповідності (чи невідповідності) якості вод.

Поняття «водні ресурси» включає як поверхневі, так і підземні води. Управління якістю підземних вод – це окрема специфічна проблема, яка належить до компетенції фахівців-гідрогеологів. Публікацію розраховано на спеціалістів, які займаються поверхневими водними об'єктами (гідрологів), тому в ній розглядаються питання управління якістю поверхневих водних ресурсів.

Ключові слова: екологічна оцінка, гідрологи, водні ресурси, управління, якість води.

Breus D.S., Levchenko M.V. Methods of estimation and normalization of quality of natural water resources

The main principles and methods of evaluation and standardization of the quality of natural resources are the ones in the area of conservation and management of water resources, which are the basis for developing water management policies and which are the theoretical foundations of water management activities. In this area there are international ecological principles of management and principles applied in particular countries.

The lack of water resources in Ukraine requires such principles of management, complex use and water conservation that would correspond to modern requirements set in the countries of Europe. Special attention should be paid to the issues of managing the quality of water resources of river basins on the basis of complex ecological evaluation of physical properties, chemical and hydro- biological composition of water. Water quality and quantitative assessment of water resources are very important in planning water management measures. They are a set of indexes, reflecting consumer needs in the composition and properties of water resources and allowing evaluation of their condition. Ecological evaluation according to the analyzed regulation document is a necessary condition for ecological standardization of the quality of surface waters at its preliminary stage. Therefore it is important to forecast the comparison of the results obtained and the indexes of ecological standards, determined for a particular water object in conducting ecological evaluation. It is necessary for the analysis of correspondence (or non-correspondence) of water quality. The concept of water resources includes both surface

and ground waters. Managing the quality of groundwater is a specific problem belonging to the competence of professional hydrologists. This paper is meant for specialists engaged in examining surface water objects (hydrologists) therefore it looks at the issues of managing the quality of surface water resources.

Key words: *ecological evaluation, hydrologists, water resources, management, water quality.*

Постановка проблеми. Аналіз сучасного екологічного стану та використанням водних ресурсів України дає змогу окреслити коло найбільш актуальних проблем, які потребують розв'язання: надмірне навантаження на водні об'єкти внаслідок екстенсивного способу ведення водного господарства призводить до кризового зменшення можливостей річок і виснаження водноресурсного потенціалу; значне забруднення водних об'єктів унаслідок неупорядкованого відведення стічних вод від населених пунктів, господарських об'єктів і сільськогосподарських угідь.

Сьогодні не існує загальноприйнятого єдиного й універсального методу оцінювання якості водних об'єктів, ступеня їх забруднення чи якості води. Найвні численні методи та методики прямо чи опосередковано базуються на трансформації кількісних показників у якісні індекси екологічного стану. На основі новітніх трансформацій розробляються численні авторські (експертні) методики, котрі можна класифікувати як за галуззю дослідження стану водного середовища (гідрохімічного, гідрологічного, санітарно-гігієнічного, мікробіологічного, гідроекологічного тощо), так і за видом водокористування – для питних потреб, зрошення, риборозведення, рекреації тощо [1; 2; 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз численних досліджень, що виконані вітчизняними та закордонними вченими, свідчить про те, що об'єктивна оцінка екологічного стану водних об'єктів можлива лише за сумісного використання гідрохімічних і гідробіологічних даних. Використання гідробіологічних методів дає змогу оцінити екологічний стан водних об'єктів, якість поверхневих вод як середовища існування гідробіонтів, сукупний ефект комбінованого впливу забруднюючих речовин, установити виникнення вторинного забруднення вод.

Постановка завдання. Метою дослідження є обґрунтування теоретико-методологічних принципів і моделей оцінювання стану водних ресурсів в Україні та світі.

Усі методики оцінювання водних ресурсів можна класифікувати як за галуззю дослідження стану водного середовища (гідрохімічного, гідрологічного, санітарно-гігієнічного, мікробіологічного, гідроекологічного тощо), так і за видом водокористування – для питних потреб, зрошення, риборозведення, рекреації тощо [1; 2]. Усі вони мають спільні недоліки: не є універсальними, тобто оцінюють якість чи класифікують вододжерела з погляду специфічних видів водокористування або галузі природничих досліджень; потребують бази даних моніторингових досліджень за тривалий проміжок часу; основою класифікації можуть слугувати довільно обрані дослідником критерії тощо.

Виклад основного матеріалу дослідження. Відповідно до Водної рамкової директиви Європейського Союзу (ВРД ЄС), екологічний стан водойми оцінюється на основі трьох основних груп параметрів: гідробіологічних, гідрохімічних і гідроморфологічних [9].

У рамках державної системи моніторингу довкілля України оцінювання якості поверхневих вод ведеться окремо за гідрохімічними й гідробіологічними показниками.

Основний принцип оцінювання якості водного середовища, що використовується вже тривалий час у водоохоронній практиці нашої країни, полягає в визна-

ченні в окремих точках водного об'єкта хімічного складу, фізичних властивостей і бактеріологічних показників води та зіставлення результатів з нормативними величинами відповідних показників [7; 8; 9].

Однак цей метод не може стати робочим інструментом оцінювання якості води в повсякденній практиці, за допомогою якого можна було б дослідити воду що до певного класу за якістю. Це пов'язано з тим, що сучасні методи визначення багатьох хімічних речовин у воді на рівні гранично-допустимих концентрацій (далі – ГДК) вкрай неточні, трудомісткі й дорогі.

За всіх недоліків концепції ГДК іншого загально визнаного варіанта застосування наявних екологічних нормативів сьогодні у світі не існує.

Багатьма фахівцями з охорони якості вод застосовується альтернатива цього методу нормування якості вод – оцінювання якості води з використанням біотестування й гідрохімічних показників.

Питання оцінювання якості води тісно пов'язане з нормативами якості, розробленими для природних вод. Спочатку такі нормативи розроблялися залежно від водогосподарського індексу водного об'єкта. Натепер нормування вмісту хімічних речовин у водних середовищах здійснюється через численні переліки забруднюючих речовин, прийняті різними відомствами, які не пов'язані ні єдиними нормативними документами, ні єдиними підходами до проблеми нормування якості води.

Базуючись на визначеннях за ГОСТ 15467-79, можна виділити 3 варіанти оцінювання з погляду будь-якого виду водокористування:

1. Диференційний метод, який базується на використанні одиничних показників якості, що характеризує одну її властивість. Цей метод лежить в основі санітарно-епідеміологічної оцінки якості води й базується на контролі параметрів, закріплених у нормативних документах.

2. Комплексний підхід, який базується на використанні комплексних показників, що характеризують кілька її властивостей. До них можна зарахувати, наприклад, показники генотоксичності води.

3. Інтегральний підхід, який базується на використанні суми показників її якості. Цей підхід реалізовано в тому, що інтегральна оцінка питної води централізованих систем водопостачання за показниками хімічної безпечності базується на введенні вагових коефіцієнтів ризиків від певних видів забруднювачів до розрахункової формули інтегрального показника.

Аналізуючи дослідження цієї проблематики, варто відмітити, що наявні натеper методи комплексної оцінки забрудненості поверхневих вод принципово поділяються на дві групи. До першої зараховують методи, що дають змогу оцінювати якість води за сукупністю гідрохімічних, гідрофізичних, гідробіологічних, мікробіологічних показників. До другої групи – методи, пов'язані з розрахунком комплексних індексів забрудненості води.

Перша подібна класифікація запропонована в 1912 році в Англії Королівською комісією стічних вод. Згідно із зовнішніми ознаками забруднення, водойми були розділені на шість груп: дуже чисті, чисті, досить чисті, порівняно чисті, сумнівні й погані. І тільки в 1960-х роках стали розвиватися методи другої групи – оцінювання якості природних вод за комплексними показниками.

Перша спроба створити узагальнений показник якості води в США зроблена в 1965 році, так званий Індекс Хортон. Це був такий показник, чиє значення зменшується в разі зростання концентрації забруднюючих речовин. Він розраховувався за десятьма параметрами, для восьми з яких вагові коефіцієнти, що визначають

відносну важливість змінних, установлювалися експертно. Для останніх двох – температури та явного забруднювального компонента – підбиралися коефіцієнти.

Пізніше, у 1970-х роках, у зв'язку з початком масштабних програм з охорони навколишнього середовища робота з оцінювання якості води була продовжена й поглиблена. З'являються нові закордонні узагальнені показники, що враховують багато з тих інгредієнтів, які розглядалися як пріоритетні вітчизняні комплексні оцінки якості води.

У 1974 році з'являється схема оцінювання якості води із застосуванням індексу якості (ІКВ), що розраховується за такими відомими вже показниками, як розчинений кисень, БПК, аміак та іони амонію, рН, загальний азот, фосфати, завислі речовини, температура, електропровідність, *Escherichia Coli*.

У цей період Національною організацією санітарії (США) розроблено індекс якості води WQI. Його розрахунок базується на вимірюванні дев'яти показників – умісту розчиненого кисню, кількості фекальних коли-форм, величині рН, БСК (біологічному споживанні кисню), температурі, умісту загального фосфору, нітратів, каламутності й величині сухого залишку. Для трансформації фізичних величин показників якості використовується бальна шкала (0–100), причому для кожного показника перерахунок відображається певною графічною залежністю. Індекс розраховується за формулою:

$$WQI = \sum_{i=1}^n w_i * I_i,$$

де WQI – число від 0 до 100; I_i – підіндекс для i -го параметра, який вираховується за кривою шкідливості, число від 0 до 100; w_i – вагові коефіцієнти, визначені експертно групою з 142 фахівців (цифри від 0 до 1); n – число параметрів.

Оцінювання якості природних вод за допомогою показника WQI набуває все більшої популярності. Останніми роками спостерігається, без перебільшення, лавиноподібне зростання таких публікацій і глобальних звітів. Цю методику інтегральної оцінки модифікують (Канадський індекс CWQI) уводять додаткові параметри, враховують фактор частотності тощо.

Поряд із хімічними показниками за кордоном, як і в нашій країні, останнім часом усе частіше говорять про застосування для оцінювання якості вод біотестування. У європейських країнах при цьому використовуються критерії якості води (КЯВ) для гідробіонтів. Ці критерії розробляються в короткострокових токсикологічних експериментах. Використовувані тест-організми серед риб – райдужна форель, короп, окунь, щука; з безхребетних – дафнія магна, хирономус-плюмозус; з планктонних одноклітинних водоростей – сценедесмус, хлорела.

Сьогодні практика встановлення стандартів якості водного резерву в країнах Європейського Союзу (далі – ЄС) дуже різноманітна. Велика частина класифікаційних схем країн ЄС включає три основні параметри, що характеризують забруднення: уміст розчиненого кисню, біохімічне споживання кисню, уміст амонійного азоту.

Так, наприклад, національна система моніторингу Бельгії аналізує кожену пробу приблизно за 40 параметрами, з яких дві найбільш важливі групи показників належать до кисневого балансу води (КБВ) і вмісту в ній важких металів. Відповідальність за виконання цієї процедури покладено на Інститут гігієни та епідеміології Міністерства громадського здоров'я та сім'ї.

У Данії національним агентством з охорони навколишнього середовища виділено групи водних об'єктів і ділянки з різними водогосподарськими характерис-

тиками: зони особливого інтересу; зони нересту й нагулу мальків лососевих риб; води, у яких мешкають лососеві; води, у яких мешкають коропові; водотоки зі збором дренажних вод і водотоки, що знаходяться під непрямим впливом стічних вод; водотоки зі зборами дренажних і стічних вод; водотоки, що знаходяться під впливом стічних вод і не належать до категорії рибогосподарських; водотоки, дренажні піритні ґрунти (низький рН, осадження оксидів заліза), де фауна сильно вражена. Якість річкових вод Данії (особливо річок, які беруть води з очисних споруд) оцінюється за допомогою так званого ступеня забрудненості за органолептичними, фізико-хімічними та біологічними параметрами.

У Франції розроблена шкала якості поверхневих вод за гідрохімічними показниками на основі аналізу проведеної інвентаризації ступеня забрудненості водойм і водотоків по всій країні. Ця шкала складається з 6 класів якості, де найкраща якість відповідає 1-му класу, а найгірша – 4-му, 5-му або 6-му.

Хімічні критерії оцінювання якості вод у Німеччині (Баварська служба використання вод) ґрунтуються на дослідженнях, проведених раніше в США й Шотландії. Відповідний метод включає вимір низки хімічних параметрів у пробах води з подальшим поданням отриманої комбінації результатів у вигляді одного числа – хімічного індексу, що характеризує узагальнене якість води.

У Нідерландах для оцінювання якості водойм застосовують показник кисневого балансу води (КБВ) і вміст загального фосфору. Як класифікаційна прийнята найпростіша шкала порівняння отриманого значення концентрації з граничним значенням. Отже, встановлюються три градації: менше стандарту (0,21–0,3 мг/л) і більше стандарту. Крім того, у Нідерландах у рамках національної системи моніторингу ведуться спостереження за вмістом 6 пріоритетних металів: ртуті, кадмію, міді, свинцю, хрому та цинку.

У Великобританії (Англія, Уельс, Північна Ірландія) використовується схема Британської національної ради води (НРВ) для класифікації якості води. Класифікація якості водойм, річок і каналів ґрунтується на визначенні критеріїв якості, необхідних для конкретних видів водокористування і складається з чотирьох основних класів, що розрізняються значеннями вмісту розчиненого кисню, БСК₅, концентрації амонійного азоту. Класи якості відповідають водам, придатним для питного водопостачання; річкам, у яких існує промислове рибальство цінних видів риб, і рекреаційним зонам; річкам, придатним для питного водопостачання після попередньої обробки, і річкам із промисловим рибальством часткових видів риб; водам, придатним для технічних потреб [10; 11].

Натепер у багатьох країнах світу використовується екологічний стандарт ISO 14001, розроблений Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO) й затверджений у 1996 році. Він пропонує простий і гармонійний підхід до управління охороною навколишнього середовища, який можна застосовувати для всіх організацій країн світу. Стандарт ISO 14001 містить у собі всі елементи типової системи управління, такі як стратегія, цілі й завдання, програма менеджменту, оперативний контроль, моніторинг та оцінювання, навчання, внутрішній аудит та аналіз менеджменту [8; 9; 10].

Загалом система екологічного нормування в західних країнах покликана здійснювати три основні функції. Перша з них – запобігання свідомо неприйнятному екологічному збитку. Екологічні збитки, як правило, перераховують в економічний еквівалент. Невиконання встановлених нормативів тягне за собою застосування економічних санкцій. Друга функція полягає в регулюванні антропогенного навантаження й витрат на охорону природи так, щоб зберігалися умови для само-

відновлення порушених екосистем, але водночас заходи щодо їх захисту не перешкоджали економічному зростанню. Третя функція – стимулювання постійного зниження антропогенного навантаження на навколишнє середовище.

Висновки і пропозиції. Варто наголосити, що екологічна класифікація поверхневих вод України повністю відповідає рекомендаціям Водної рамкової директиви ЄС. Проте через відсутність необхідної інституційної структури та відповідного нормативно-правового забезпечення басейновий принцип управління в Україні не досягнув того рівня, який існує в розвинених країнах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вербецька К.Ю. Порівняльний аналіз методик оцінки якості поверхневих. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2011. Вип. 5 (11). С. 91–99.
2. Гагарина. О.В. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы, существующие проблемы : учебно-методическое пособие. Ижевск : Удмуртский университет, 2012. 199 с.
3. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности : методические рекомендации. Москва : ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора, 2011. 37 с.
4. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями: проект / А.В. Гриценко, О.Г. Васенко, Г.А. Верніченко та ін. URL: http://www.niiep.kharkov.ua/sites/default/files/metodika_2012_14_0.doc].
5. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко та ін. Київ : Символ-Т, 1998. 28 с.
6. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
7. Berka C. Relationships between agricultural land use and surface water quality using a GIS. Sumas River watershed, Abbotsford, B.C.MSc thesis, Resource Management and Environmental Studies, University of British Columbia, Vancouver, B.C., 1996. 174 p.
8. EPA: 1996, Environmental Indicators of Water Quality in the United States. USEPA Rep. 841-R-96-002. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C.
9. EU Water Framework Directive 2000/60/EC. Official Journal of the European Communities, 22.12.2000. L 327/1. 118 p.
10. Steffen K. Habitat ecology and long-term development of the macrophyte vegetation of north-west German streams and rivers since the 1950s : Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultäten der Georg-August-Universität Göttingen. Göttingen, 2013.
11. Water quality assessment in terms of water quality index / Shweta Tyagi, Bhavtosh Sharma, Prashant Singh et al. American Journal of Water Resources. 2013. № 3. P. 34–38.