

Кур'янова С.О.¹, Юрасов С.М.²

Недоліки вітчизняних класифікацій якості водних об'єктів централізованого водопостачання

¹ Кур'янова Світлана Олександрівна, асистент

² Юрасов Сергій Миколайович, кандидат технічних наук,
Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна

Анотація: В статті виконано критичний аналіз класифікації якості вод за різними методиками. Доведено, що недоліки існуючих методик не дозволяють адекватно характеризувати стан водних об'єктів як джерел господарсько-питного призначення, інтегральний й середні блокові індекси методики ДСТУ 4808:2007 не можна використовувати при класифікації джерел централізованого водопостачання. Запропоновано шляхи усунення цих недоліків.

Ключові слова: оцінка якості, господарсько-питне призначення, джерело централізованого водопостачання, показник якості, блок показників.

Забезпечення населення питною водою є актуальною проблемою багатьох держав. Поверхневі води суші, які використовують для господарсько-питних потреб, зазнають дуже великого антропогенного впливу, в результаті якого суттєво змінюється природний стан цих вод. Антропогенні зміни стану вод обмежують можливість використання окремих об'єктів для потреб людини. У таких обставинах дуже важливою й актуальною є об'єктивна інформація про стан водних об'єктів.

Класифікацію стану водних об'єктів централізованого водопостачання виконують методами детального аналізу та комплексних індексів [1].

Метод детального аналізу полягає у тому, що за значенням (вимірним або розрахованим) кожного показника з усього їх набору, який використовується при оцінці якості вод, визначається індекс (клас) якості вод. Індекс (клас) водного об'єкта встановлюється за показником з найгіршим значенням індексу [2], [3].

За вітчизняними нормами оцінку якості вод за деякий період часу виконують найчастіше за се-

редніми значеннями показників за розглядуваний період. Використовують також фонові значення показників (права межа 95%-го довірчого інтервалу середніх значень) і найгірші середні значення показників за окремі сезони року.

В країнах ЄС вода вважається такою, що відповідає вимогам норм питного водокористування, якщо [4]:

- 95% проб відповідають нормативам (табл. 1), зазначеним як обов'язкові (аналогічні вітчизняним ТДК або ОБРВ);

- 90% проб відповідають вимогам у решті випадків (тобто відповідають оптимальним нормативам (аналогічні вітчизняним ГДК));

- у 5 і 10% проб, які не відповідають встановленим нормативам, відсутні відхилення від встановлених нормативів більш ніж на 50%, окрім рН, розчиненого кисню та мікробіологічних показників;

- відсутня загроза здоров'ю населення;

- відсутні відхилення від нормативів у послідовно відібраних одна за одною пробах [4].

Таблиця 1

Фрагмент таблиці нормативів якості вод, які використовуються для пиття в країнах ЄС [4]

Показник	Значення для А1		Значення для А2		Значення для А3	
	оптимальне	обов'язкове	оптимальне	обов'язкове	оптимальне	обов'язкове
рН	6,5–8,5		5,5–9,0		5,5–9,0	
Загальні завислі частинки, мг/дм ³	25					
БСК _П , мг/дм ³	3		5		7	
Запах, коефіцієнт розводж. при 25 ⁰ С	3		10		20	
Нітрати, мг/дм ³	25	50		50		50
Фториди, мг/дм ³	0,7–1,0	1,5	0,7–1,7		0,7–1,7	
Розчинене залізо, мг/дм ³	0,1	0,3	1	2	1	
Марганець, мг/дм ³	0,05		0,1		1	
Мідь, мг/дм ³	0,02	0,05	0,05		1	
Цинк, мг/дм ³	0,5	3	1	5	1	5

Слід звернути увагу на те, що якість вод за деякий період часу в країнах ЄС оцінюється за результатами аналізу разових спостережень. Осереднення значень показників за будь-які періоди часу не виконується.

Примітка. У табл. 1 символами А1, А2, А3 позначені класи якості природних вод, які потребують різного ступеня очищення до кондицій водопровідної води. Вони повністю відповідають класам в табл. 2.

Крім того, поряд зі значенням показника нормується також сумарна тривалість інтервалів часу забрудненого стоку за розглянутий період (не більше 10% періоду), найбільша тривалість цих інтервалів (залежить від нормованої частоти відбору проб) і співвідношення значення показника з його нормативом (не більше 50%). У вітчизняних нормах про це не згадується.

Суттєвий недолік осереднення значень показників якості вод за деякий період часу полягає у тому, що при збігу значення деякого показника з його нормативом (це відповідає вимогам вітчизняних норм) приблизно 50% значень цього показника за розглядуваний період часу будуть перевищувати норматив. В країнах ЄС припустимо не більше 10%.

Тобто використання середніх значень показників ($C_{СЕР}$) за деякі періоди часу при оцінці якості вод неприпустимо. Найбільш логічним буде використання значень показників не із забезпеченістю близько 50% ($C_{СЕР}$), а з деякою іншою. Враховуючи досвід країн ЄС, її можна взяти на рівні 10% (C_{10}). У цьому випадку при $C_{10} = ГДК$ сумарна тривалість періоду забруднення вод буде не більше 10% від періоду, за який оцінюється якість вод.

Розглянемо тепер *метод комплексних індексів* [1]. Особливість цього методу полягає у тому, що при оцінці якості вод дані по усіх показниках (або по їх частині) узагальнюються, а по окремих показниках інформація губиться.

У 2007 році замість ГОСТ 2761-84 [3] прийнято ДСТУ 4808:2007 [5], у якому класифікація поверхневих джерел централізованого водопостачання здійснюється за комплексним індексом. Розглянемо докладніше цей документ.

Класифікація якості поверхневих вод України – джерел централізованого питного водопостачання охоплює 80 показників, які застосовують для оцінювання якості питної води згідно з санітарним законодавством, і має сім окремих груп (блоків) [5]. Діапазон значень показників якості води в класифікації поділено на чотири класи: 1 клас – *відмінна*, бажана якість води; 2 клас – *добра*, прийнятна якість води; 3 клас – *задовільна*, прийнятна якість води, 4 клас – *посередня*, обмежено придатна, небажана якість води (видно, що межа між чистими і брудними водами проходить між 2 і 3 класами).

Оцінювання якості води, залежно від його (оцінювання) конкретного призначення, можна виконувати трьома способами: а) за значеннями окремих показників; б) за значеннями інтегральних блокових індексів; в) за значеннями інтегрального комплексного індексу [5].

а) Оцінювання (*орієнтовне*) якості води за значеннями окремих показників виконують на

основі разових або серійних вимірювань, здійснюваних одночасно або протягом короткого відрізка часу (доба, тиждень), тоді, коли необхідно одержати попереднє уявлення щодо якості води у місцях водозабору в будь-який час.

б) Оцінювання якості води за значеннями *інтегральних блокових індексів (грунтового)* виконують задля переконливих і відповідальних висновків і рішень щодо якості води в джерелах на основі арифметичної обробки емпіричних значень усіх (*повне* оцінювання) або кількох (*неповне* оцінювання) показників I–VII блоків.

Грунтового оцінювання якості води за значеннями *інтегральних блокових індексів* виконують за процедурою, що складається з трьох послідовних етапів: - етап групування і обробки вихідних даних; - етап визначення класів якості води джерела водопостачання за окремими показниками; - етап узагальнення оцінювання якості води за окремими показниками і погодження їх з технологічними прийомами кондиціонування вод залежно від фізико-хімічної та мікробіологічної природи забруднювальних домішок.

Етап групування і обробки вихідних даних. Вихідні дані щодо якості води за окремими показниками (дані аналізів проб води, які відбиралися щомісячно протягом останніх 3-х років) об'єднують у межах блоків I–VII і для кожного наявного показника визначають середні та найгірші значення.

Етап визначення класів якості води за окремими показниками. Для кожного показника окремо його середнє та найгірше значення зіставляють з відповідними критеріями якості води у класифікаторі та записують клас якості води.

Етап узагальнення оцінювання якості води за окремими показниками з визначенням інтегрального блокового індексу теж виконують лише у межах окремих блоків показників. Це узагальнення полягає у визначенні середніх і найгірших значень для семи блокових індексів якості води ($I_{I-VIIСЕР}$ та $I_{I-VIIПНТ}$).

Значення середнього блокового індексу якості води визначають шляхом усереднення номерів класів по усіх наявних показниках у межах блоку, який розглядається. Значення найгіршого блокового індексу якості води визначають за показником з найгіршим значенням (з найбільшим номером класу) серед інших показників даного блоку.

Маючи середні й найгірші значення блокових індексів якості води, визначають їх належність до певного класу якості води за допомогою таблиці. Значення блокових індексів якості води можуть виражатись як цілими, так і дробовими числами. Використання дробових значень блокових індексів і обчислених на їх основі

підкласів якості води дозволяє диференціювати і точнішим. оцінювання якості води, робити його гнучкішим

Таблиця 2

Результати статистичної обробки даних спостережень за якістю вод р. Дунай–м. Вилкове біля водозабору за період 2004–2009 роки

№ п/п	Показник	Значення					
		C _{СЕР}	C _{МАХ}	C _{МІН}	σ	C _{ФОН}	C ₁₀
1	Кольоровість, град.	6,6	25,2	2,4	3,2	7,1	10,7
2	Завислі речовини, мг/дм ³	58,1	891	2,8	131,3	79,6	228
3	pH	7,98	8,41	7,45	0,16	8,01	8,18
4	Розчинений кисень, мг/дм ³	9,3	13,4	5,9	2,0	9,0	6,8
5	Азот амонійний, мг/дм ³	0,194	0,680	0,037	0,117	0,213	0,346
6	Азот нітритний, мг/дм ³	0,024	0,095	0,002	0,016	0,027	0,045
7	Азот нітратний, мг/дм ³	1,36	2,44	0,60	0,43	1,43	1,92
8	Фосфати, мг/дм ³	0,160	0,395	0,052	0,060	0,170	0,238
9	Залізо, мг/дм ³	0,073	0,466	0,004	0,081	0,086	0,178
10	Окислюваність перм., мг/дм ³	3,91	6,20	2,66	0,90	4,06	5,08
11	ХСК, мг/дм ³	18,9	65,7	5,8	7,9	20,2	29,1
12	БСК _п , мг/дм ³	4,55	10,40	1,60	1,86	4,86	6,97
13	Кремній, мг/дм ³	3,07	5,80	0,50	1,25	3,27	4,69
14	Лужність, мг-екв/дм ³	2,93	3,83	2,13	0,36	2,99	3,39
15	Жорсткість, мг-екв/дм ³	3,75	5,25	2,67	0,47	3,83	4,36
16	Магній, мг/дм ³	13,6	19,8	7,8	2,2	14,0	16,5
17	Натрій + калій, мг/дм ³	19,6	34,6	6,4	5,9	20,6	27,3
18	Хлориди, мг/дм ³	29,1	44,5	17,6	5,8	30,0	36,6
19	Сульфати, мг/дм ³	38,2	53,5	26,1	6,0	39,2	45,9
20	Сухий залишок, мг/дм ³	289	387	222	35	295	335
21	Хром, мг/дм ³	0,0012	0,0040	0,0000	0,0009	0,0014	0,0023
22	Цинк, мг/дм ³	0,0070	0,0520	0,0000	0,0108	0,0088	0,0209
23	Мідь, мг/дм ³	0,0022	0,0160	0,0000	0,0024	0,0026	0,0052
24	Марганець, мг/дм ³	0,0331	0,1300	0,0000	0,0311	0,0381	0,0734
25	Нафтопродукти, мг/дм ³	0,0197	0,0940	0,0050	0,0142	0,0220	0,0380
26	Феноли, мг/дм ³	0,0007	0,0030	0,0000	0,00072	0,00085	0,00167
27	СПАР, мг/дм ³	0,107	0,4510	0,0210	0,0971	0,123	0,233

в) Узагальнене оцінювання якості води за значеннями інтегрального індексу доцільне в тих випадках, коли зручніше мати однозначне і в той же час узагальнене оцінювання якості води у джерелах централізованого питного водопостачання, а саме: для порівняння різних варіантів розташування водозабору станцій водопідготовки у випадку проектування їх будівництва чи реконструкції; для картографування стану поверхневих джерел централізованого питного водопостачання; для планування водоохоронних заходів щодо захисту поверхневих джерел централізованого питного водопостачання.

Значення узагальненого інтегрального індексу якості води визначають за формулою:

$$I_{ИТ} = (I_I + I_{II} + I_{III} + I_{IV} + I_V + I_{VI} + I_{VII}) / 7, (1)$$

де $I_I - I_{VII}$ – значення блокових індексів; 7 – кількість групових індексів.

У разі відсутності одного або двох групових індексів, $I_{ИТ}$ обчислюють як частку від ділення суми значень наявних групових індексів. Значення $I_{ИТ}$ обчислюють на основі блокових індексів, обчислених за середніми і найгіршими зна-

ченнями окремих показників якості води. З формули (1) видно, що значення інтегрального індексу ($I_{ИТ}$) визначають шляхом усереднення блокових індексів. Таким чином, в ДСТУ 4808:2007 задля переконливих і відповідальних висновків і рішень щодо якості води при розгляді технологічних прийомів кондиціонування вод, при експлуатації, проектуванні чи реконструкції станцій водопідготовки та їх водозаборів рекомендується використання блокових й інтегральних індексів, які розраховуються шляхом усереднення даних спостережень за останні три роки, визначення класів якості по кожному показнику окремо, усереднення класів якості по усіх показниках в окремих блоках (грунтового оцінювання за блоковими індексами $I_{I-VII(СЕР)}$) та усереднення блокових індексів (узагальнене оцінювання за інтегральним індексом $I_{ИТ-СЕР}$). Видно, що при розрахунку $I_{I-VII(СЕР)}$ втрачається інформація не тільки про часові зміни значень показників (усереднювання за деякий період часу), а також за окремими показниками (усереднення всередині блоків). Розрахунок $I_{ИТ-СЕР}$ додатково супроводжується втраченою інформацією з окремих блоків. Недолік цього

очевидний: за деякими окремими показниками у межах блоку (чи блоковим індексом) вода може бути віднесена до класу 4 (посередня, обмежено придатна), але якщо за іншими показниками (чи блоковими індексами) вона буде віднесена до класу 1 (відмінна, бажана якість), то середній клас може виявитися 1 (відмінна, бажана якість) або 2 (добра, прийнятна якість). Середня оцінка у даному випадку є неінформативною, вона не має сенсу. Нею не можна користуватися при прийнятті переконливих і відповідальних рішень.

Результати статистичної обробки вихідних даних спостережень за якістю вод р. Дунай у районі м. Вилкове біля водозабору за 2004-2009 роки. наведено в табл. 2. Відповідно СанПиН – 4630–88 [2] ступінь забруднення вод р. Дунай–м. Вилкове за середніми значеннями показників має індекс 1 з характеристикою «помірний».

Як джерело централізованого водопостачання відповідно до ГОСТ 2761–84 [3] води ріки Дунай відносяться до класу 2 за двома показниками: мутність (завислі речовини) і БСК_П. За нормами країн ЄС [4] якість вод буде відповідати класу А3 за показником БСК_П. Ця оцінка не співпадає з жодною оцінкою за вітчизняними нормами. Причина цього полягає в тому, що оцінки за [2] та [3] виконані за середніми значеннями показників. Правильніше використовувати значення з забезпеченістю 10%.

При використанні C_{10} замість $C_{СЕР}$ оцінка якості вод р. Дунай–м. Вилкове змінюється: за [2] ступінь забруднення вод з індексом 2 – високий; за [3] клас як джерела централізованого водопостачання 3. Розглянемо тепер оцінку якості вод річки Дунай за ДСТУ 4808:2007 (табл. 3).

Таблиця 3

Оцінка якості вод р. Дунай–м. Вилкове за ДСТУ 4808:2007

Блок	Показник	Одиниця виміру	Значення		Клас за показником		Блоковий індекс
			сер.	найг.	сер.	найг.	
I	Кольоровість	град.	6,6	25,2	1	2	$I_{IСЕР} = 1,50$ $I_{IНГ} = 2$
	Завислі речовини	мг/дм ³	58,1	891	2	2	
II	Сухий залишок	– " –	289	387	1	1	$I_{IIСЕР} = 31/15 = 2,07$ $I_{IIНГ} = 4$
	Сульфати	– " –	38,2	53,5	1	2	
	Хлориди	– " –	29,1	44,5	1	2	
	Магній, мг/дм ³	– " –	13,6	19,8	2	2	
	Жорсткість	мг-екв/дм ³	3,75	5,25	2	3	
	Лужність	– " –	2,93	3,83	2	2	
	pH	–	7,98	8,41	2	3	
	Азот амонійний	мг/дм ³	0,194	0,680	2	3	
	Азот нітритний	– " –	0,024	0,095	3	4	
	Азот нітратний	– " –	1,36	2,44	4	4	
	Фосфати	– " –	0,070	0,172	3	3	
	Розчинений кисень	– " –	9,3	5,9	1	3	
	Окислюваність перм.	– " –	3,91	6,20	2	2	
	ХСК	– " –	18,9	65,7	2	4	
БСК _П	– " –	4,55	10,4	3	4		
VII	Залізо	– " –	0,073	0,466	2	3	$I_{VIIСЕР} = 14/8 = 1,75$ $I_{VIIНГ} = 4$
	Марганець	– " –	0,0331	0,130	2	3	
	Мідь	– " –	0,0022	0,0160	2	2	
	Хром	– " –	0,0012	0,0040	1	2	
	Цинк	– " –	0,0070	0,0520	1	2	
	Нафтопродукти	– " –	0,0197	0,0940	2	3	
	СПАР	– " –	0,107	0,451	3	4	
	Феноли	– " –	0,0007	0,0030	1	2	
$I_{IИТ-СЕР} = (1,50+2,07+1,75)/3 = 1,77$ – клас 2 , підклас 2(1) ;							
$I_{IИТ-НГ} = (2+4+4)/3 = 3,33$ – клас 3 , підклас 3(4)							

Показники представлені трьома блоками: I – органолептичні; II – загально-санітарні хімічні та VII – токсикологічні показники.

За середніми блоковими й інтегральним індексами якість вод р. Дунай–м. Вилкове відноситься до класу 2 з характеристикою – добра, прийнят-

на якість. Це не співпадає з оцінкою за санітарними нормами – помірно забруднена. Номер класу співпадає з ГОСТ 2761-84, але у ГОСТ 2761-84 три класи і його клас 2 має характеристику задовільна якість вод або помірно забруднені води. Ця розбіжність є результатом усереднення.

Наприклад, у другому блоці (табл. 3) за показниками нітриту, нітрату, фосфату та БСК_П вода відноситься до класів 3, 4 (задовільна, посередня), однак при усередненні за всіма показниками вона стає класу 2 (добра).

За найгіршими показниками оцінка різко відрізняється: за блоками вода має клас 4 (посередня); за інтегральним індексом – 3 (задовільна). Це співпадає з ГОСТ 2761-84. Однак оцінка за найгіршими значеннями показників занадто жорстка тому, що найгірші значення спостерігались лише один раз за увесь період спостережень.

Усунення недоліків ДСТУ 4808:2007 можливо шляхом подальших змін при *грунтовному оцінюванні* якості вод: для кожного окремого показника замість середнього та найгіршого значень визначити значення із забезпеченістю 10% (C_{10}); за значеннях C_{10} для кожного окремого показника визначити клас якості вод; значення блокових індексів I_{I-VII} взяти за показниками з найбільшим (найгіршим) номером класу у блоках.

При *узагальненому оцінюванні* якості вод значення інтегрального індексу I_{INT} (також як і ДСТУ 4808:2007) розраховувати шляхом усере-

днення наявних блокових індексів. Це припустимо з врахуванням призначення узагальненої оцінки.

Висновки. Аналіз результатів розрахунків дозволяє зробити такі висновки.

1. Основним недоліком вітчизняних норм при оцінці якості вод за деякий період часу є усереднення значень показників за цей період, а також відсутність нормування загальної кількості перевищень ГДК (загальної тривалості періодів забруднення вод).

2. Методика ДСТУ 4808:2007 за середніми блоковими та інтегральним індексами не дозволяє дати об'єктивну оцінку стану водного об'єкта з-за неодноразового усереднення вихідних і розрахункових даних.

3. Вдосконалення вітчизняних методик оцінки якості вод можливо шляхом використання C_{10} замість $C_{СЕР}$. Крім того, в ДСТУ 4808:2007 значення I_{I-VII} необхідно виконувати за показником з найбільшим (найгіршим) номером класу.

4. Визначення забезпеченості значень показників при оцінці якості вод у кожному конкретному випадку необхідно виконувати шляхом техніко-економічного обґрунтування.

Література

1. Оцінка якості природних вод: Навчальний посібник / С.М.Юрасов, Т.А.Сафранов, А.В.Чугай. – Одеса: Екологія, 2012. – 168 с.
2. СанПиН – 4630–88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. Министерство здравоохранения СССР. – Москва – 1988.
3. ГОСТ 2761–84. Источники хозяйственно–питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора. – Москва – 1985.
4. Матеріали семінару «Основи природоохоронного законодавства України та Європейського співтовариства: водні ресурси». – К.: Державний інститут підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів Мінекобезпеки України, 1997. – 79 с.
5. ДСТУ 4808:2007 – Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги щодо якості води та правила вибирання. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 36 с.

Kuryanova S.A., Yurasov S.M. Disadvantages of national classifications as groundwater water supply

Abstract: The article presents a critical analysis of water quality assessment by different methods on the example of the Danube River at Vilkove town. It is shown that the drawbacks of the existing methods do not make it possible to adequately characterize the state of water bodies as household water sources; and that the integral and average unit indices of DSTU 4808:2007 cannot be used for classification of the sources of centralized water supply. The means for elimination of these drawbacks are suggested.

Keywords: qualityassessment, household water, the source of centralized water supply, the quality indicator, unit of indices.

Курьянова С.А., Юрасов С.Н. Недостатки отечественных классификаций качества водных объектов централизованного водоснабжения

Аннотация: В статье выполнен критический анализ классификации качества вод по различным методикам. Доказано, что недостатки существующих методик не позволяют адекватно характеризовать состояние водных объектов как источников хозяйственно-питьевого назначения, интегральный и средние блочные индексы методики ДСТУ 4808:2007 нельзя использовать при классификации источников централизованного водоснабжения. Предложены пути устранения этих недостатков.

Ключевые слова: оценка качества, хозяйственно-питьевое назначение, источник централизованного водоснабжения, показатель качества, блок показателей.