

А.В. Колісник, аспірант, С.М. Юрасов, к.т.н.
Одеський державний екологічний університет

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ЗА ВІДПОВІДНИМИ КАТЕГОРІЯМИ

Запропонована вдосконалена методика комплексної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. При проведенні порівняльного аналізу результатів комплексної оцінки якості вод Вінницької області за станом на 2006 р. по діючій та удосконаленій методикам виявлені та виділені недоліки стандартної і достоїнства запропонованої методики оцінки якості поверхневих вод.

Ключові слова: методика оцінки якості води, якість води, лімітуюча ознака шкідливості, ефект сумарної дії речовин.

Вступ. Сучасні комплексні оцінки забрудненості поверхневих вод є досить різномірними системами методів оцінки різного ступеню формалізації. Загальноприйнятого методу комплексної оцінки забрудненості поверхневих вод не існує. Це пов'язано з тим що всі вони мають ряд недоліків. В першу чергу це обмежений перелік показників, які розглядаються. Окрім того, деякі з них дуже складні у використанні, а інші не зручні, або не можуть бути використані при нестачі інформації [1]. Тому виникає необхідність в розробці простої в користуванні методики, яка б давала можливість включити в оцінку всі без виключення показники якості води, які отримали за даними спостережень.

Об'єкт та вихідні матеріали дослідження. Об'єктом даного дослідження є поверхневі води Вінницької області, які включають в себе частини басейнів трьох річок: Південного Бугу, Дністра та Дніпра. Дані для цього дослідження за 2006 р. були отримані у Державному управлінні екології та природних ресурсів Вінницької області, яке щоквартально здійснює контроль за станом поверхневих водних об'єктів по 37 гідрохімічних показниках на 33 створах постійних спостережень.

Методи дослідження. Детально була проаналізована методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями, яка нині діє в Україні [2]. Після проведення ряду розрахунків можна зробити висновок, що вона має ряд суттєвих недоліків:

1) При розробці методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями не враховані рибогосподарські гранично допустимі концентрації (ГДК) речовин, які в найбільшій мірі наближені до екологічних ГДК. Права границя I категорії якості («дуже чиста» вода) по цинку и марганцю дорівнює ГДК, а по ртуті - перевищує 2 ГДК.

Це видно з табл. 1, де наведені відношення правих границь категорій до рибогосподарських ГДК.

Рибогосподарські ГДК наближені до екологічних, але їх не доречно вважати такими, так як риба не є найслабкішою ланкою водних екологічних систем. Наприклад, зоопланктон найбільш чутливо реагує на всі зміни складу і властивостей водного середовища, ніж риба. А екологічні ГДК мають бути зорієнтовані на найслабкіші ланки екосистеми. Якщо риба є найслабкішою ланкою по якомусь з показників, то екологічна ГДК по цьому показнику буде дорівнювати рибогосподарській. Звідси висновок – екологічна ГДК не більше рибогосподарської [3].

2) В нині діючій методиці не враховується ефект сумарної дії речовин.

Наявність в воді фенолів и нафтопродуктів з концентраціями, близькими до

правої границі II категорії, згідно з методикою, дозволяє зробити висновок про те, що по даним показникам вода відноситься до категорії «чиста». Але згідно з рибогосподарськими нормами нафтопродукти і феноли володіють ефектом сумарної дії (вони нормовані з рибогосподарською лімітуючою ознакою шкідливості (ЛОШ)). Сума досліджуваних концентрацій цих речовин в долях від ГДК складає приблизно 1,5 (табл. 1). Стан такого водного середовища не відповідає вимогам рибогосподарських норм і має характеризуватися як «слабко забруднене», тобто має бути віднесений до 4 категорії якості.

Таблиця 1 – Праві границі категорій в долях від ГДК в діючій методиці

№	Показник	С/ГДК для категорій						ГДК р/г
		1	2	3	4	5	6	
1	Хлориди	0,07	0,10	0,25	0,50	0,67	1,00	300
2	Сульфати	0,5	0,75	1,00	1,50	2,00	3,00	100
3	Азот нітратний	0,02	0,03	0,05	0,08	0,10	0,27	9,10
4	Азот амонійний	0,26	0,51	0,77	1,28	2,56	6,40	0,39
5	Азот нітритний	0,10	0,25	0,50	1,00	2,50	5,00	0,02
6	Ртуть	2,00	5,00	20,0	50,0	100	250	0,00001
7	Кадмій	0,02	0,02	0,04	0,10	0,30	1,00	0,005
8	Цинк	1,00	1,50	2,00	5,00	10,0	20,0	0,01
9	Свинець	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	0,10
10	Нікель	0,10	0,50	1,00	2,00	5,00	10,0	0,01
11	Миш'як	0,02	0,06	0,10	0,30	0,50	0,70	0,05
12	Залізо	0,50	0,70	1,00	5,00	10,0	25,0	0,10
13	Марганець	1,00	2,50	5,00	10,0	50,0	125	0,01
14	Ціаніди	0,00	0,10	0,20	0,50	1,00	2,00	0,05
15	СПАР	0,00	0,02	0,04	0,10	0,20	0,50	0,5
16	НП	0,20	0,50	1,00	2,00	4,00	6,00	0,05
17	Феноли	0,00	1,00	1,00	2,00	5,00	20,0	0,001

3) При екологічній оцінці якості води не надається можливість врахувати речовини, які не входять в перелік показників, які містяться в методиці.

В переліку рибогосподарських ГДК міститься близько тисячі забруднювачів. В методиці екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями їх близько 30. Будь-який забруднювач з тисячі, який не входить в методику, не буде враховано при оцінці якості води, навіть якщо його концентрація дуже велика.

4) В методиці на етапі визначення об'єднаної оцінки якості води екологічний індекс визначається шляхом осереднення блокових індексів для максимальних та середніх значень категорій. Дана операція неприпустима для найгірших значень категорій, так як при цьому максимальні значення показників згладжуються, а це приводить до суттєвого прикрашення дійсного стану водного середовища і суть характеристики «максимальний» втрачається, в цьому випадку неможливо зробити правильний висновок про найгірший стан водного середовища.

Розглянувши всі ці недоліки, і оцінивши їх суттєвість можна зробити висновок, що методику екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями, яка сьогодні є основою для складання програм спостережень, аналізу даних, характеристики якості поверхневих вод суші та естуаріїв України, необхідно вдосконалити, або створити нову, більш простішу у використанні і з більшим переліком показників.

Першим етапом вдосконалення діючої методики є розбивання показників якості води на більшу кількість блоків. Для цього треба 2 і 3 блок показників діючої методики розбити як мінімум на 5 блоків відповідно до кількості ЛОШ за рибогосподарськими нормами. Перелік деяких речовин з ефектом спільної дії наведений в табл. 2. В результаті вийде 8 блоків показників:

- 1) класифікація вод суші та естуаріїв за критеріями мінералізації;
- 2) класифікація за трофо-сапробіологічними критеріями;
- 3) класифікація за критеріями з загальносанітарною ЛОШ;
- 4) класифікація за критеріями з токсикологічною ЛОШ;
- 5) класифікація за критеріями з санітарно-токсикологічною ЛОШ;
- 6) класифікація за критеріями з органолептичною ЛОШ;
- 7) класифікація за критеріями з рибогосподарською ЛОШ;
- 8) класифікація за критеріями специфічних показників радіаційної дії.

Таблиця 2 – Перелік деяких речовин з ефектом спільної дії

№ п/п	Речовина	ГДК, мг/дм ³	ЛОШ	№ п/п	Речовина	ГДК, мг/дм ³	ЛОШ
1	Хлориди	300	санітарно-токсикологічна	13	Кобальт	0,01	токсикологічна
2	Сульфати	100		14	Хром, (Cr ⁶⁺)	0,001	
3	Азот нітратний	9,10		15	Нікель	0,01	
4	Кальцій	180		16	Алюміній	0,04	
5	Магній	40		17	Миш'як	0,05	
6	Азот амонійний	0,39	токсикологічна	18	Залізо	0,1	
7	Азот нітритний	0,02		19	Марганець	0,01	
8	Ртуть	0,00001		20	Фториди	0,05	
9	Кадмій	0,005		21	Ціаніди	0,05	
10	Мідь	фон+0,001		22	СПАР	0,50	
11	Цинк	0,01		23	Нафтопродукти	0,05	
12	Свинець	0,1		24	Феноли	0,001	

Оцінка якості поверхневих вод за критеріями мінералізації (блок 1) виконується згідно з діючою методикою [2, п.5.1– 5.4], але тільки по сумі іонів, так як сульфати і хлориди згідно з рибогосподарськими нормами нормовані з санітарно-токсикологічною ЛОШ і віднесені до відповідної групи сумачії (блок 5).

Оцінка якості води за трофо-сапробіологічними критеріями (блок 2) виконується згідно з діючою методикою [2, п.5.6], за виключенням азоту амонійного, азоту нітритного та азоту нітратного, які віднесені до відповідних груп сумачії: азот амонійний та нітритний до речовин з токсикологічною ЛОШ (блок 4), а азот нітратний до речовин з санітарно-токсикологічною ЛОШ (блок 5).

По блокам 3 – 7 розраховується сума концентрацій в долях від ГДК

$$\Psi = \sum (C_i / \text{ГДК}_i). \quad (1)$$

По блоку 8 оцінка виконується так само як для прісних гіпо- та олігогалінних вод в діючій методиці [2, п.5.5].

Блокові індекси для 1, 2 та 8 блоків визначаються в результаті осереднення категорій якості визначених по окремим показникам. А для блоків 3 – 7 визначається сума концентрацій в долях від ГДК для кожного блоку окремо і по цій сумі оцінюється

блоковий індекс за допомогою табл. 3.

Таблиця 3 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями вмісту токсичних речовин (з урахуванням ефекту спільної дії)

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
$\Psi = \sum(C_i/\Gamma ДК_i)$	$\leq 0,25$	0,26-0,50	0,51-1,00	1,01-2,00	2,01-4,00	4,01-8,00	$>8,00$

Узагальнена оцінка якості води для середніх значень показників проводиться згідно з інтегральним екологічним індексом, який розраховується шляхом осереднення наявних m блокових індексів

$$I_{\text{Есер}} = (1/m) \cdot \sum I_i \quad (2)$$

Об'єднана екологічна оцінка якості води для максимальних значень показників проводиться на основі інтегрального екологічного індексу, яким являється максимальний (найгірший) з максимальних значень блокових індексів.

З метою наглядного виділення показників, які несуть найбільший вклад в забруднення водного середовища досліджуваного об'єкту та значно погіршують якість води, необхідно скласти таблицю з показниками (блоками показників), які мають найбільші категорії 6 і 7.

Завдяки даній методиці є можливість отримати таку інформацію про екологічний стан поверхневих вод:

- клас, група і тип природних вод за іонним складом;
- клас і категорія якості вод за блоковими та інтегральними (екологічними) індексами, що дозволяє характеризувати водне середовище за станом, за ступенем чистоти (забрудненості), за ступенем трофності та зоною сапробності;
- найменування всіх показників (блоків показників), значення яких потрапляють до найбільших категорій 6 і 7.

Запропонована методика є вдосконаленням діючої методики. Вона простіша в користуванні, точніша при визначенні найгірших забруднювачів водного середовища, дає можливість включити в екологічну оцінку додаткові показники якості води, які не згадуються в методиці оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями.

Результати дослідження та їх аналіз. На основі «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [2] була проведена екологічна оцінка якості поверхневих вод Вінницької області за 2006 р.

Процедура виконання ґрунтової екологічної оцінки якості поверхневих вод складається з чотирьох послідовних етапів:

1. На першому етапі проведене групування і обробка вихідних даних, показники якості води згруповані в межах трьох блоків (табл. 4) і для кожного з них визначені мінімальні і максимальні (чисельник) та середньоарифметичні (знаменник) значення.
2. На етапі визначення класів і категорій якості води середньоарифметичні та найгірші значення кожного показника окремо були зіставлені з відповідними критеріями якості води [2]. Для кожного з трьох блоків визначені категорії і класи води за середнім і найгіршим значеннями для кожного показника окремо (табл. 4).
3. При узагальненні оцінок якості води було визначено шість блокових індексів (табл. 4). Середні значення трьох блокових індексів якості води становлять $I_{\text{Есер}} = 1,7$;

$I_{2сер} = 3,6$; $I_{3сер} = 2,3$; *найгірші* відповідно: $I_{1макс} = 3,0$; $I_{2макс} = 7,0$; $I_{3макс} = 7,0$. Дробові значення блокових індексів дозволяють диференціювати оцінку якості води за рахунок визначення субкатегорій. В даному випадку дробовим значенням блокових індексів $I_{1сер}$, $I_{2сер}$, $I_{3сер}$ відповідають такі субкатегорії: 2 (1); 3 - 4 та 2 (3).

4. На етапі визначення об'єднаної оцінки якості води в цілому обчислені інтегральний (екологічний) індекс для середніх і для найгірших значень категорій окремо. Таким чином, $I_{Есер} = (1,7 + 3,6 + 2,3) / 3 = 2,53$; $I_{Емакс} = (3,0 + 7,0 + 7,0) / 3 = 5,7$. Даним екологічним індексам відповідають такі субкатегорії: 2 - 3; 6 (5).

За компонентами сольового складу стан поверхневих вод оцінюється таким чином (табл. 4). За середнім значенням ступеню мінералізації вода є прісною, гіпогалинною. За співвідношенням між іонами в еквівалентах характеристикам води відповідає – гідрокарбонатний клас ($HCO_3^- = 5,32 > SO_4^{2-} = 0,66 > Cl^- = 0,92$), група кальцію ($Ca^{2+} = 3,8 > Mg^{2+} = 2,44 > Na^+ + K^+ = 0,7$), тип третій ($HCO_3^- + SO_4^{2-} = 5,98 < Ca^{2+} + Mg^{2+} = 6,24$) – C^{Ca}_{III} . За максимальними значеннями показників вода оцінюється як прісна, олігогалинна, гідрокарбонатного класу ($HCO_3^- = 7,86 > Cl^- = 1,47 > SO_4^{2-} = 0,87$), групи кальцію ($Ca^{2+} = 4,7 > Mg^{2+} = 4 > Na^+ + K^+ = 1,44$), другого типу ($HCO_3^- = 7,86 < Ca^{2+} + Mg^{2+} = 8,7$) – C^{Ca}_{II} .

При проведенні екологічної оцінки якості поверхневих вод Вінницької області загальна кількість показників трофо-сапробіологічного (еколого-санітарного) блоку дорівнює 10 (табл. 4), а це забезпечує отримання таких обґрунтованих висновків:

- трофо-сапробіологічна характеристика дозволяє оцінити якість води за середніми величинами показників з субкатегорією 3 - 4 як «задовільну» за станом (згідно з категорією і класом); «слабко забруднену» (згідно з категорією) і «забруднену» (згідно з класом) за ступенем її чистоти (забрудненості). При цьому вода за ступенем трофності – «евтрофна» (згідно з категорією і класом); за зоною сапробності – «β"-мезосапробна» (згідно з категорією) та «β-мезосапробна» (згідно з класом);
- при оцінці якості води за максимальним блоковим індексом (7,0) стану води відповідає категорія і клас «дуже погана»; ступеню чистоти категорія і клас «дуже брудна». За ступенем трофності вода – «гіпертрофна» (згідно з категорією і класом); по зоні сапробності – «полісапробна» (згідно з категорією і класом).

Таблиця 4 – Екологічна оцінка якості поверхневих вод Вінницької області за 2006 р. на основі діючої методики

Показник	Значення (мін.- макс. середнє)	Категорія	Клас	Індекс
<i>Компоненти сольового склад</i>				
Сума іонів, мг/дм ³	336 – 591	2	I	$I_{1сер} = (1+3+1)/3 = 1,7$
	409	1	I	
Хлориди, мг/дм ³ , (мг-екв./дм ³)	15,20-52,8 (1,47)	3	II	Субкатегорія 2(1)
	32,69 (0,92)	3	II	
Сульфати, мг/дм ³ , (мг- екв./дм ³)	15,70-42,04 (0,87)	1	I	$I_{1макс} = 3,0$
	31,74 (0,66)	1	I	
Гідробікарбонати, мг/дм ³ , (мг-екв./дм ³)	219,6-480,07 (7,86)			
	324,73 (5,32)			
Магній, мг/дм ³ , (мг- екв./дм ³)	13,97-48,6 (4)			
	29,67 (2,44)			

продовження табл. 4.

Показник	Значення (мін.- макс. середнє)	Категорія	Клас	Індекс	
Кальцій, мг/дм ³ , (мг-екв./дм ³)	48,96-94,2 (4,7)			$I_{2\text{сеп}} = (3+1+2+5+6+6+5+1+3+3)/10 = 3,6$ Субкатегорія 3-4 $I_{2\text{макс}} = 7,0$	
	76,2 (3,8)				
Калій+натрій, мг/дм ³ , (мг-екв./дм ³)	8,28-44,85 (1,44)				
	21,63 (0,7)				
<i>Трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники</i>					
Гідрофізичні					
Завислі речовини, мг/дм ³	7,6-25,8	4	III		
	17,79	3	II		
Прозорість, м	1,2-2,5	2	II		
	1,92	1	I		
Гідрохімічні					
рН	6,85-8,12	3	II		
	7,94	2	II		
Азот амонійний, мгN/дм ³	0,30-1,27	6	IV		
Азот нітритний, мгN/дм ³	0,79	5	III		
	0,02-0,312	7	V		
Азот нітратний, мгN/дм ³	0,072	6	IV		
	0,44-3,16	7	V		
Фосфор фосфатів, мгP/дм ³	1,99	6	IV		
	0,07-0,29	6	IV		
Розчинений кисень, мгO ₂ /дм ³	0,14	5	III		
	7,84-9,86	2	II		
Перманганатна окисл-сть, мгO ₂ /дм ³	8,94	1	I		
	6,03-9,83	4	III		
БСК ₅ , мгO ₂ /дм ³	7,95	3	II		
	1,88-4,2	5	III		
	2,95	3	III		
	<i>Специфічні речовини токсичної дії</i>				
Кадмій, мкг/дм ³	0,9-90	7	V	$I_{3\text{сеп}} = (7+3+1+1+1+3+3+1+1)/9 = 2,3$ Субкатегорія 2(3) $I_{3\text{макс}} = 7,0$	
	7,6	7	V		
Мідь, мкг/дм ³	0,9-10	4	III		
	1,5	3	II		
Цинк, мкг/дм ³	9-10	2	II		
	8,8	1	I		
Свинець, мкг/дм ³	0,9-11	4	III		
	1,4	1	I		
Хром (Cr ⁶⁺), мкг/дм ³	0,09-3	2	II		
	0,75	1	I		
Нікель, мкг/дм ³	0,9-11	4	III		
	5,6	3	II		
Залізо, мкг/дм ³	10-130	4	III		
	82	3	II		
Марганець, мкг/дм ³	1-30	3	II		
	9,3	1	I		
Фториди, мкг/дм ³	10-120	2	II		
	53	1	I		

Екологічна оцінка якості води за специфічними показниками токсичної і радіаційної дії проводилася для середніх та найгірших значень кожного з показників. Для середніх значень показників характерна субкатегорія 2 (3), яка дозволяє оцінити якість води як «добру» та «дуже добру» за станом; «чисту» за ступенем її

забрудненості. При цьому вода за ступенем трофності – «мезотрофна»; по зоні сапробності – « α -олігосапробна» (згідно з категорією) та «олігосапробна» (згідно з класом). *Максимальний* індекс за показниками даного блоку дорівнює 7,0. Слід відзначити, що максимальні категорія (7) та клас (V) якості води характерні для хрому. Тобто, вода є «дуже погана» за станом, «дуже брудна» за ступенем чистоти, «гіпертрофна» за ступенем трофності та «полісапробна» по зоні сапробності. Для всіх інших показників даного блоку визначаються категорії якості води не більші 4-тої, а клас якості не більший III-го.

За *інтегральним екологічним* індексом поверхневі води Вінниччини мають:

- по *середніх показниках* (субкатегорія 2 - 3) – категорію і клас «добрі» за станом; категорію «досить чисті» і клас «чисті» за ступенем чистоти; категорію «мезоевтрофні» і клас «мезотрофні» за ступенем трофності; категорію « β '-мезосапробна» та клас « β -мезосапробна» за зоною сапробності;
- по *найгірших показниках* (субкатегорія 6 (5)) – категорію і клас «погані» за станом; категорію і клас «брудні» за ступенем чистоти; категорію і клас «політрофні» за ступенем трофності; категорію « α '-мезосапробні» та клас « α -мезосапробні» за зоною сапробності.

У табл. 5 наведені показники, які значно погіршують якість води, і відповідно мають шосту і сьому категорії якості. Вони є пріоритетними забруднювачами водного середовища Вінницької області при проведенні екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями.

Таблиця 5 – Показники, які мають категорії якості води 6 і 7

№	Показники	Категорія
<i>Трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники</i>		
1	Азот амонійний, мгN/дм ³	6
2	Азот нітритний, мгN/дм ³	7
3	Азот нітратний, мгN/дм ³	7
4	Фосфор фосфатів, мгP/дм ³	6
<i>Специфічні речовини токсичної дії</i>		
5	Кадмій, мкг/дм ³	7

Для розрахунку по запропонованій методиці були використані ті ж самі вихідні дані, тобто була виконана екологічна оцінка якості поверхневих вод Вінницької області за той же період. Показники якості води були згруповані в межах чотирьох (з 8-ми можливих) блоків. Опрацьовані дані та результати розрахунків з ними занесені в табл. 6.

За *компонентами сольового складу* стан поверхневих вод оцінюється так само як і по діючій методиці. Тобто, за *середнім значенням* ступеню мінералізації вода прісна, гіпогалінна, гідрокарбонатного класу, групи кальцію, третього типу – C^{Ca}_{III} . За *максимальними значеннями* показників вода оцінюється як прісна, олігогалінна, гідрокарбонатного класу, групи кальцію, другого типу – C^{Ca}_{II} .

Оцінка якості води за *трофо-сапробіологічними критеріями* виконувалася згідно з діючою методикою, за виключенням трьох показників (азоту амонійного, азоту нітритного та азоту нітратного), які віднесені до відповідних груп сумачії. Якість води за *середнім* індексом даного блоку (субкатегорія 2 - 3) характеризується як «добра» за станом; «чиста» та «досить чиста» за ступенем її забрудненості. При цьому вода за ступенем трофності – «мезотрофна» та «мезоевтрофна», по зоні сапробності – « β '-мезосапробна» (згідно з категорією) та « β -мезосапробна» (згідно з класом). При оцінці за *максимальним* блоковим індексом (6,0) вода «погана» за станом, «брудна» за

ступенем чистоти. При цьому за ступенем трофності вона – «політрофна», а за зоною сапробності – «α-мезосапробна» та «α"-мезосапробна».

Таблиця 6 – Екологічна оцінка якості поверхневих вод Вінницької області за 2006 р. за запропонованою методикою

Показник	Значення (мін.- макс. середнє)	ГДК	С _i / ГДК _i	Категорія	Клас	Індекс	
<i>Критерії мінералізації</i>							
Сума іонів, мг/дм ³	336 – 591			1	I	I _{Мсер} = 1 I _{Ммакс} = 1	
	409			1	I		
Гідробікарбонати, мг/дм ³ , (мг-екв./дм ³)	219,6-480,07(7,86)						
	324,73(5,32)						
Калій+натрій, мг/дм ³ , (мг-екв./дм ³)	8,28-44,85(1,44)						
	21,63(0,7)						
<i>Трофо-сапробіологічні критерії</i>							
Гідрофізичні							
Завислі речовини, мг/дм ³	7,6-25,8	<(2,0+ +0,75)		4	III	I _{Т-Ссер} = (3+1+ 2+1+3+3+5)/ / 7=2,57 Субкатегорія 2-3 I _{Т-Смакс} = 6	
	17,79			3	II		
Прозорість, м	1,2-2,5			1	I		
	1,92			1	I		
Гідрохімічні							
рН	6,85-8,12	6,5-8,5		4	III		
	7,94			2	II		
Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³	7,84-9,86	>4,0		2	II		
	8,94			1	I		
Перманганатна окислюван., мгО ₂ /дм ³	6,03-9,83			4	III		
	7,95			3	II		
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	1,88-4,2			4	III		
	2,95			3	II		
Фосфор фосфатів, мгР/дм ³	0,07-0,29	0,1		6	IV		
	0,14			5	III		
<i>Критерії з токсикологічною ЛОШ</i>							
				ПараметрΨ			
Азот амонійний, мгN/дм ³	0,30-1,27	0,39	3,25	Ψ _{Тсер} = 16,51 Ψ _{Тмакс} = 64,26		I _{Тсер} = 7 I _{Тмакс} = 7	
	0,79		2,02				
Азот нітритний, мгN/дм ³	0,02-0,312	0,02	15,6				
	0,072		3,6				
Кадмій, мг/дм ³	0,0009-0,09	0,005	18				
	0,0076		1,52				
Мідь, мг/дм ³	0,0009-0,01	фон + 0,001	10				
	0,0015		1,5				
Цинк, мг/дм ³	0,0009-0,01	0,01	1				
	0,0088		0,88				
Свинець, мг/дм ³	0,0009-0,011	0,1	0,11				
	0,0014		0,014				
Хром (Cr ⁶⁺), мг/дм ³	9*10 ⁻⁵ -0,003	0,001	3				
	0,00075		0,75				
Нікель, мг/дм ³	0,0009-0,011	0,01	1,1				
	0,0056		0,56				
Залізо, мг/дм ³	0,01-0,13	0,1	1,3				
	0,082		0,83				
Марганець, мг/дм ³	0,001-0,03	0,01	3				
	0,0093		0,93				
Фториди, мг/дм ³	0,01-0,12	0,05	2,4				
	0,053		1,06				

продовження табл. 6.

Показник	Значення (мін.- макс. середнє)	ГДК	С/ ГДК _i	Параметр Ψ	Індекс		
Алюміній, мг/дм ³	0,1-0,1	0,04	2,5				
	0,1		2,5				
Кобальт, мг/дм ³	0,0005-0,03	0,01	3				
	0,0035		0,35				
<i>Критерії з санітарно-токсикологічною ЛОШ</i>							
Хлориди, мг/дм ³ , (мг-екв./дм ³)	15,20-52,8 (1,47)	300	0,18				
	32,69 (0,92)		0,11				
Сульфати, мг/дм ³ , (мг-екв./дм ³)	15,70-42,04 (0,87)	100	0,42				
	31,74 (0,66)		0,32				
Азот нітратний, мгN/дм ³	0,44-3,16	9,1	0,35				
	1,99		0,22				
Магній, мг/дм ³ , (мг-екв./дм ³)	13,97-48,6 (4)	40	1,22	$\Psi_{C-Tсер} = 1,69$ $\Psi_{C-T макс} = 2,69$	$I_{C-T сер} = 3$ $I_{C-T макс} = 4$		
	29,67 (2,44)		0,74				
Кальцій, мг/дм ³ , (мг-екв./дм ³)	48,96-94,2 (4,7)	180	0,52				
	76,2 (3,8)		0,42				

При оцінці якості води на основі блоку критеріїв з токсикологічною ЛОШ для визначення категорії і класу були розраховані параметри Ψ (формула 1) – середні та максимальні значення: $\Psi_{T сер} = 16,51$; $\Psi_{T Макс} = 64,26$. Їм відповідає (згідно з табл. 6) 7 категорія та V клас якості, тобто стан води - «дуже погана»; ступінь чистоти - «дуже брудна». За ступенем трофності вода – «гіпертрофна»; по зоні сапробності – «полісапробна» (згідно з категорією і класом).

Оцінювалися також критерії з санітарно-токсикологічною ЛОШ, при цьому були розраховані параметри $\Psi_{C-Tсер} = 1,69$ та $\Psi_{C-T макс} = 2,69$. Згідно з табл. 6, даний блок показників характеризується за середніми значеннями 3 категорією, II класом якості, тобто вода є «добра» за станом, «досить чиста» і «чиста» за ступенем забрудненості, «мезоевтрофна» і «мезотрофна» за ступенем трофності, «β'-мезосапробна» та «β-мезосапробна» за зоною сапробності. При оцінці за максимальним блоковим індексом (4,0) вода «задовільна» за станом, «слабко забруднена» і «забруднена» за ступенем чистоти. При цьому за ступенем трофності вона – «евтрофна», а за зоною сапробності – «β-мезосапробна» та «β"-мезосапробна».

Так як індекси для кожного з наявних блоків відомі, то за формулою (2) розраховується загальний екологічний індекс якості води на основі середніх значень категорій: $I_{Есер} = 3,39$. Його значенню відповідає субкатегорія 3(4). Максимальний інтегральний екологічний індекс якості води дорівнює 7.

За інтегральним екологічним індексом поверхневі води Вінницької області за 2006 р. характеризуються по середніх показниках – «добрим» станом; «досить чистим» (згідно з категорією) і «чистим» (згідно з класом) ступенем забрудненості; категорією «мезотрофні» та класом «мезоевтрофні» за ступенем трофності; категорією «β-мезосапробні» та класом «β'-мезосапробні» за зоною сапробності. По найгірших показниках якість води «дуже погана» за станом; «дуже брудна» за ступенем чистоти (забрудненості). При цьому вода за ступенем трофності – «гіпертрофна»; за зоною сапробності – «полісапробна».

У табл. 7 наведені показники, які несуть найбільш значний вклад в забруднення водного середовища досліджуваного регіону.

Таблиця 7 – Показники, які мають категорії якості води 6 і 7

№	Показники (групи показників)	Категорія
1	Фосфор фосфатів	6
2	Показники з токсикологічною ЛОШ	7

Висновки. Порівняльний аналіз результатів комплексної оцінки якості вод Вінницької області за станом на 2006 р. за діючою та запропонованою методиками дозволяє зробити такі висновки:

1. Оцінка якості води, виконана на основі діючої методики, вказує на більш низький рівень забруднення вод ($I_{Есер} = 2 - 3$, $I_{Емакс} = 6$ (5)), ніж по удосконаленій методиці ($I_{Есер} = 3$ (4), $I_{макс} = 7$). Це свідчить про те, що в діючій методиці не було враховано ефекту сумачії, який в даному випадку і характеризує водне середовище гіршими категоріями. Оскільки у стандартній методиці $I_{Емакс}$ розраховувався шляхом осереднення максимальних блокових індексів, то його значення є згладженим.
2. При аналізі результатів оцінок якості води чітко видно, що найбільший внесок в забруднення водного середовища по запропонованій методиці несе в собі блок критеріїв з токсикологічною ЛОШ ($I_{Тсер} = 7$, $I_{Тмакс} = 7$), цей факт є результатом ефекту сумарної дії показників даного блоку. Оцінка за стандартною методикою не враховує такий ефект.
3. В оцінці якості поверхневих вод Вінницької області за вдосконаленою методикою були враховані такі компоненти як алюміній та кобальт, що було неможливим при використанні стандартної методики. Це важливо, так як максимальні значення цих речовин перевищують ГДК в 2,5 та 3 рази відповідно.
4. При аналізі показників, які мають категорії якості 6 і 7 чітко видно, що однаковим при оцінках за обома методиками є показник фосфор фосфатів, так як в обох випадках він віднесений до одного й того ж блоку. За оцінкою на основі вдосконаленої методики крім фосфору фосфатів в якості найгіршого забруднювача води виділяється блок критеріїв з токсикологічною ЛОШ. За діючою методикою крім спільного показника до основних забруднювачів віднесені також азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний та кадмій. Цікаво те, що кадмій, амонійний та нітритний азот згідно з рибогосподарськими нормами характеризуються ефектом сумачії за токсикологічною ЛОШ, але ці показники при оцінці виділилися кожен окремо, тому що в стандартній методиці цей ефект не враховується на відміну від удосконаленої методики, в якій ці три показники якості є складовими блоку критеріїв з токсикологічною ЛОШ. Слід відзначити, що один і той же критерій якості (азот нітратний) при оцінці за стандартною методикою характеризується найгіршою категорією - 7, хоча концентрація його навіть не перевищує 0,32 ГДК, а при врахуванні ефекту сумачії в запропонованій методиці він відноситься до групи критеріїв з санітарно-токсикологічною ЛОШ, яка характеризується 3 та 4 категоріями якості.
5. Запропонована методика, також як і діюча, має такий недолік: кожен показник може мати максимальний індекс 7 незалежно від кратності перевищення ГДК (чи це 10 ГДК, чи це 100 ГДК, аби значення показника перевищувало ліву границю 7 категорії). У запропонованій методиці цей недолік не суттєво впливає на узагальнену оцінку, тому що в блоках 3 - 7 концентрації показників сумуються і категорія по блоку визначається по цій сумі. А вже при подальшому узагальненні визначається середнє значення індексу. У діючій методиці осереднення подвійне: перший раз - у межах блоків; вдруге - при отриманні узагальненої оцінки. Подвійне осереднення може суттєво згладити негативний вплив показників з найбільшими середніми значеннями.

Список літератури

1. Колісник А.В., Чугай А.В. Методичні основи оцінки якості поверхневих вод / Екологічні проблеми регіонів України. Матеріали VIII Всеукраїнської наукової конференції студентів, магістрів і аспірантів. – Одеса: ОДЕКУ, 2006. – 123 с.
2. *Методика* екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін.– К.: Символ-Т, 1998.- 28 с.
3. *Збірник* методичних вказівок з дисципліни «Методи оцінки якості природних вод» для студентів спеціальності «Екологія та охорона навколишнього середовища» / Юрасов С.М.- Одеса: ОДЕКУ, 2005. – 86 с.

Усовершенствование методики комплексной оценки качества поверхностных вод по соответствующим категориям. Колесник А.В., Юрасов С.Н.

Предложена усовершенствованная методика комплексной оценки качества поверхностных вод по соответствующим категориям. В результате проведения сравнительного анализа результатов комплексной оценки качества вод Винницкой области по состоянию за 2006 г. по действующей и усовершенствованной методикам обнаружены и выделены недостатки стандартной и достоинства предложенной методики оценки качества поверхностных вод .

Ключевые слова: методика оценки качества воды, качество воды, лимитирующий признак вредности, эффект суммарного воздействия веществ.

Improvement of a technique of a complex estimation of quality of superficial waters on corresponding categories. Kolesnik A.V., Jurasov S.N.

The advanced technique of a complex estimation of quality of superficial waters on corresponding categories is offered. As a result of carrying out of the comparative analysis of results of a complex estimation of quality of waters of Vinnitsa area on a condition for 2006 by the operating and advanced techniques lacks standard and advantages of the offered technique of an estimation of quality of superficial waters are found out and allocated.

Keywords: a technique of an estimation of quality of water, quality of the water, a limiting attribute of harm, effect of total influence of substances.