

## ECOLOGICAL NETWORK OF THE EASTERN PODILLYA: STAGES AND RESOURCES OF FORMATION

Yu.Yu. Ovchynnykova

**Abstract.** *The stages of formation of the ecological network of the Eastern Podillya have been determined on the basis of literary and cartographic sources, field research, the register of the nature reserve fund, reference books and determinants of plants and animals, cadastre, ethnographic materials with subsequent critical-system processing of the collected material. Consider the main provisions of the concept of creating a regional ecological network. The necessary resources are offered for its development. The program of formation of the ecological network of Eastern Podillya for 2017-2030 is submitted. It is advised that effective formation and functioning of the regional ecological network is possible provided that a set of measures recommended by the author is carried out.*

**Keywords:** *ecological network, stages, resources, key territories, Eastern Podillya, balanced development*

УДК: 556.013

### ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД Р. МОЛОЧНА

**В. П. СКИБА**, асистент кафедри геоекології і землеустрою  
**Таврійський державний агротехнологічний університет**  
**Н. М. ВОЗНЮК**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри  
екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового  
господарства  
**Національний університет водного господарства та  
природокористування**  
E-mail: skiff\_vika@ukr.net, n.m.voznyuk@nuwm.edu.ua

**Анотація.** *На підставі узагальнення та систематизації даних багаторічних досліджень гідрохімічних показників р. Молочна виконано екологічну оцінку якості поверхневих вод. Розрахунки проведено за проектною методикою «Екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями», яка є найсучаснішою розробкою і враховує основні положення діючої в Європі Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЄС. На підставі отриманих результатів запропоновано корективи до уточнення категорії якості поверхневих вод.*

*Уточнена категорія якості поверхневих вод р. Молочна дозволила проаналізувати процеси, які відбуваються у гідрологічному об'єкті, а саме: встановити наближення перехідного коефіцієнта до межі*

---

© В. П. СКИБА, Н. М. ВОЗНЮК, 2018

покращення, чи, навпаки, погіршення екологічної ситуації. Виходячи з цих цифрових показників проаналізовано динаміку зміни якості води досліджуваного водотоку за період 1990-2015 рр., визначено основні речовини-поллютанти, які є пріоритетними для даної річки. Вперше проведено комплексну оцінку якості поверхневих вод річки Молочна за багатьма гідрохімічними та наявними гідробіологічними показниками, визначено клас та категорію якості води, загальний ступінь забруднення, трофності та сапробності. Висновки роботи можуть стати опорними за встановлення режиму господарювання та впровадженні природоохоронних заходів.

**Ключові слова:** поверхневі води, екологічна якість, клас якості води, категорія якості, гідрохімічні показники, р. Молочна

**Актуальність.** Водотоки Півдня України мають ряд суттєвих екологічних проблем, першопричиною яких стала антропогенна діяльність та природно-кліматичні особливості даного регіону. Річка Молочна класифікується як середня, має протяжність русла 197 км, площу водозбору – 3450 км<sup>2</sup>. Важливим аспектом є те, що річка впадає у Молочний лиман, природоохоронний водний об'єкт, який входить до складу Приазовського національного природного парку, внесеного до Рамсарського переліку водно-болотних угідь. Недоліком багатьох природоохоронних розробок та програм, спрямованих на оздоровлення даної гідрологічної системи є відсутність комплексності підходу. Також необхідно зазначити, що на діючих гідрологічних постах річки Молочна не проводяться спостереження за гідрохімічними та гідробіологічними показниками, які необхідні для проведення аналізу якості води річки. Натомість, наявність інформації про якість води надасть змогу ґрунтовно визначитись з напрямками ведення господарської діяльності та режимом користування даного водного об'єкта надасть змогу ефективно відкоригувати запропоновані раніше водо- та природоохоронні заходи.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У 2013 р. місцевими органами самоврядування була підписана «Програма екологічного оздоровлення басейну річки Молочна, відновлення її гідрологічного режиму, благоустрою та збереження біорізноманіття на 2014-2025 роки», основна увага акцентується на захисті територій заплави річки, які зазнають підтоплення; розчистці окремих ділянок русла річки; залісненні прибережних захисних смуг; відведенні територій до об'єктів природно-заповідного фонду та формуванні їх єдиної екологічної мережі [1].

Питання екологічної оцінки якості поверхневих вод річок Північно-Західного Приазов'я за гідрохімічними та гідрофізичними показниками у своїй науковій роботі піднімає Х.В. Черченко, який зазначає недостатню вивченості річок даного регіону України у гідрохімічному та гідрологічному аспектах. Його дослідження показали, що відбулося зменшення рівня природного стоку річок унаслідок антропогенної діяльності; якість води за період 2000-2013 рр. змінювалась від «доброї» до «задовільної»; мав місце високий рівень концентрацій сульфатів, хлоридів та нітритів [2].

Сапун Т. О. у своїй роботі [3] стверджує, що якість поверхневих вод басейну р. Молочна залежить від наявності в них чисельних хімічних інгредієнтів, які можуть знаходитися у розчиненому, колоїдно-дисперсному стані або у вигляді мінеральних та органічно-мінеральних зависей. Екологічна якість води авандельти (пологого підводного схилу, який примикає до дельти та продовжує її надводну частину) р. Молочна оцінена III класом «забруднена» і 4-ою категорією «слабко забруднена» ( $I_E = 3,96$ ).

Коробковою Г. В. була проведена оцінка екологічного стану поверхневих вод України. У межах басейнів річок було проведено розподіл за адміністративними одиницями (областями). Для річок Приазов'я (Запорізької області) середні значення індексів, за якими оцінюється якість поверхневих вод дорівнюють:  $I_C = 5,3$ ;  $I_{TC} = 3,3$ ;  $I_T = 1,8$ ;  $I_E = 3,5$  (розшифровка індексів наводиться нижче) [4].

**Мета дослідження** – провести комплексну оцінку якості води р. Молочна за різні проміжки часу з 1990 до 2015 рр., розрахувати уточнену категорію якості води за наявними показниками, виокремити лімітуючі речовини-поллютанти за кожним блоком.

**Матеріали і методи дослідження.** Методики оцінки забруднення та екологічного стану поверхневих вод вдосконалюються та модернізуються згідно з вимогами ЄС. У 1994 р. затверджена «Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Методика. КНД 211.1.4.010-94». У 1996 р. А. В. Яцик із співавторами розробили методику, що включала дані моніторингових спостережень за гідрохімічними показниками стану поверхневих вод із відповідною прив'язкою до гідрографічного районування території України [5]. У 1998 р. офіційно на загальнодержавному рівні затверджена «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (Романенко В. Д. та ін.) [6]. За спрямування України на європейську інтеграцію у 2012 р. була розроблена проектна методика «Екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» – (далі «Методика...») [7] з урахуванням основних положень діючої в Європі Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЕС [8].

**Результати дослідження та їх обговорення.** Нововведенням «Методики...» є можливість розрахунку перехідного коефіцієнту між сусідніми категоріями якості води. Уточнене значення категорії якості дозволяє робити оцінку якості більш гнучкою та точнішою, за допомогою подальшого заокруглення отриманого значення до десятих та віднесення показника (блоку показників) до відповідної субкатегорії якості води. Це має важливе значення з водоохоронної точки зору та дає змогу визначити ступінь наближення значення показника до межі наступного (гіршого) класу. Також «плюсом» даної «Методики...» є те, що вперше враховується гідрохімічна область розташування річки [7]. Обрахунки проводяться за формулою:

$$K_y = K + (A_C - K_{min}) / (K_{max} - K_{min}), \quad (1)$$

де  $K_y$  – уточнене значення категорії;

$K$  – ціле число категорії якості вод, що відповідає номеру тієї категорії, до якої належить абсолютна величина показника (обирається за середньорічним показником згідно додатків «Методики...»);

$A_c$  – середньорічна величина показника якості вод у пункті контролю;

$K_{min}$  і  $K_{max}$  – найменше і найбільше значення діапазону величин категорії якості вод, до якої належить абсолютна величина показника.

Приклади розрахунку для р. Молочна:

$$\text{Мінералізація 2005 р. } K_y = 5 + \frac{3732 - 3170}{4346 - 3170} = 5 + \frac{562}{1173} = 5,48.$$

$$\text{Мінералізація 2010 р. } K_y = 5 + \frac{3999 - 3208}{4514 - 3208} = 5 + \frac{791}{1306} = 5,61.$$

Мінералізація за 2005 та 2010 рр. розрахована об'єктивно і показує, що за 2010 р. усі показники є вищими, тому закономірно що категорія якості води трохи вища. Проте розрахунок за іншими гідрохімічними речовинами показав обернено пропорційну закономірність:

$$\text{Хлориди 2010 р. } K_y = 4 + \frac{951,9 - 858,8}{1120,9 - 858,8} = 4 + \frac{93,1}{262,1} = 4,36.$$

$$\text{Хлориди 2015 р. } K_y = 4 + \frac{667,4 - 496,3}{865,0 - 496,3} = 4 + \frac{171,1}{368,7} = 4,46.$$

Залежність зовсім не справедлива, показники вмісту хлоридів нижчі, але значення категорії вийшло більшим. Така сама ситуація спостерігається і за уточненням категорії якості води для сульфатів:

$$\text{Сульфати 2010 р. } K_y = 6 + \frac{1643,1 - 1451,9}{1921,6 - 1451,9} = 6 + \frac{191,2}{469,7} = 6,41.$$

$$\text{Сульфати 2015 р. } K_y = 6 + \frac{1641,0 - 1514,9}{1945,7 - 1514,9} = 6 + \frac{126,1}{430,8} = 6,29.$$

Нами було встановлено, що дана формула буде показовою лише у разі врахування категорій для усіх значень (середнього, максимального та мінімального). Якщо за проведення розрахунку фігурує дві або три категорії якості води, то приводимо їх до усередненого значення  $(4+4+5)/3$  і у розрахунку буде 4,33;  $(2+4+5)/3$  – у розрахунку приймаємо 3,67. Категорії для наочності позначаємо у дужках жирним шрифтом.

Наприклад, для визначення перехідної категорії додаємо значення категорій для максимального, мінімального та середнього значень і знаходимо їх середнє арифметичне значення  $K_y = (4+4+5)/3 = 4,33$ . Після врахування значень концентрації речовини у річці чітко видно, що категорія якості води 4-та, попередньо визначена за табличними даними, має фактичне значення 4,69, тобто спрямування до погіршення якості води.

$$\text{Хлориди 2010 р. } K_y = 4,33 + \frac{951,9(4) - 858,8(4)}{1120,9(5) - 858,8(4)} = 4,33 + \frac{93,1}{262,1} = 4,33 + 0,36 = 4,69$$

Таким чином, проводимо розрахунок для того ж самого гідрохімічного показника, але вже за інший рік,  $K_y = (4+4+3)/3 = 3,67$ , з урахуванням

фактичних значень концентрацій хлоридів у воді отримуємо значення перехідного показника категорії 4,13.

$$\text{Хлориди 2015 р. } K_y = 3,67 + \frac{667,4(4) - 496,3(3)}{865,0(4) - 496,3(3)} = 3,67 + \frac{171,1}{368,7} = 3,67 + 0,46 = 4,13$$

Шляхом проведення уточнюючих обрахунків визначено, що значення дещо різняться: 4,69 за 2010 р. та 4,13 за 2015 р. У 2010 р. виник істотний ризик переходу якості води до наступної гіршої категорії.

Для мінералізації умова все одно буде виконуватись, зберігається 5-та категорія якості води, але після проведення уточнюючих розрахунків чітко видно, що існує велика вірогідність переходу до 6-тої категорії за погіршення екологічної ситуації у водотоці.

$$\text{Мінералізація 2005р. } K_y = 5,33 + \frac{3732(5) - 3170(5)}{4346(6) - 3170(5)} = 5,33 + \frac{562}{1173} = 5,33 + 0,48 = 5,81$$

$$\text{Мінералізація 2010р. } K_y = 5,33 + \frac{3999(5) - 3208(5)}{4514(6) - 3208(5)} = 5,33 + \frac{791}{1306} = 5,33 + 0,61 = 5,94$$

Необхідно зазначити, що формула є коректною для усіх категорій якості води, де є можливість переходу до іншої категорії (меншої чи більшої), окрім випадків, коли усі значення концентрацій даної речовини у воді відносять якість води до 7-мої категорії. Наприклад, якщо фігурують значення  $(7+7+6)/3 = 6,67$  – обрахунок проводиться. Але якщо максимальне, середнє та мінімальне значення вже відносяться до 7-мої категорії якості води у таких випадках розрахунок не проводиться, він буде неінформативним. Екологічна ситуація у водотоці вже досягла критичних позначок та вийшла за рамки допустимого екологічного оптимуму.

Визначення уточненої категорії якості води річки на її фактичний екологічний стан ніяким чином не вплине, це лише теоретичний розрахунок. Але уточнене цифрове значення категорії якості води надає змогу зрозуміти, які процеси відбуваються у гідрологічному об'єкті. Спостерігається наближення перехідного коефіцієнта до межі покращення чи, навпаки, погіршення, що іноді є суттєво важливим за розроблення та впровадження ряду необхідних природоохоронних рішень.

Аналогічним чином проведено розрахунок уточненого перехідного показника категорії якості води для річки Молочна за різними речовинами, дані розрахунків зведено у табл. 1.

Видно, що певним чином відбулась видозміна основних лімітуючих речовин, які є ключовими за визначення загальної якості поверхневих вод р. Молочна. За попередніми даними основними забруднювачами виступали нітрити, нітрати та фосфати. Тепер же чітко видно, що для нітритів ситуація є не такою критичною, здебільшого значення показників варіюються між 6 та 7 категоріями. Значення  $K_y$  позначені ризикою  $V(7)$  є критичними та не були розраховані зважаючи на те, що максимальне, середнє та мінімальне значення відповідають 7-мій категорії якості води. За визначення класу та категорії якості води за додатками не було такої чіткої достовірності даних, наприклад, за концентрацією розчиненого кисню за 2005-2015 рр. якість води відповідала I (1) класу та категорії, після розрахунків якість знизилась до II (2) класу та категорії відповідно. Для

сульфатів навпаки, за 2000 та 2005 рр. попередньо було визначено V (7), після обрахунку – III (5) та IV (6).

Екологічний індекс якості вод ( $I_E$ ) розраховується як середньоарифметичне хімічного ( $I_X$ ) та біологічного ( $I_B$ ) індексів:

$$I_E = (I_X + I_B) / 2. \quad (2)$$

Біологічний індекс якості вод ( $I_B$ ) визначається на основі узагальнення значень таких блокових індексів:

$$I_{B\text{серед.}} = (I_{G\text{серед.}} + I_{M\text{серед.}} + I_{BX\text{серед.}} + I_{BT\text{серед.}}) / N, \quad (3)$$

де  $I_{G\text{серед.}}$  – індекс гідробіологічних показників;

$I_{M\text{серед.}}$  – індекс мікробіологічних показників;

$I_{BX\text{серед.}}$  – індекс показників біохімічних процесів;

$I_{BT\text{серед.}}$  – індекс біотестових показників;

$N$  – загальна кількість блоків біологічних показників, які розглядаються.

### 1. Оцінка якості води річки Молочна за проектною методикою «Визначення уточненої категорії якості води річки» (розроб. авторами)

Показник	1990		1995		2000		2005		2010		2015	
	клас, катег.	$K_y$	клас, катег.	$K_y$	клас, катег.	$K_y$	клас, катег.	$K_y$	клас, катег.	$K_y$	клас, катег.	$K_y$
1	3	4	6	7	9	10	12	13	15	16	18	19
Мін-ція, мг/дм <sup>3</sup>	III(5)	5,3 3	III(5)	5,22	IV(6)	6,3 5	III(5)	5,8 1	III(5)	5,9 4	III(5)	5,5 8
Сульфат и, мг/дм <sup>3</sup>	III(4)	4,6 6	II(3)	3,1 4	III(5)	5,5 2	IV(6)	6,6 8	IV(6)	6,0 8	IV(6)	6,2 9
Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	III(4)	4,1 3	III(4)	4,2 6	II(3)	3,7	II(3)	3,5 4	III(4)	4,6 9	III(4)	4,1 3
$I_{C\text{серед.}}$		4,7		4,2		5,2		5,3		5,6		5,3
Азот амонійни й, мгN/дм <sup>3</sup>	<u>V(7)</u>	<u>7,3</u> <u>6</u>	<u>V(7)</u>	<u>7,5</u> <u>4</u>	IV(6)	6,3 5	III(4)	4,5 8	III(4)	4,55	II(3)	3,5 2
Нітрити, мгN/дм <sup>3</sup>	IV(6)	6,8 9	III(5)	5,1 7	IV(6)	6,5 4	IV(6)	6,6 5	<u>V(7)</u>	<u>7,1</u> <u>4</u>	IV(6)	6,5
Нітрати, мгN/дм <sup>3</sup>	<u>V(7)</u>	-	<u>V(7)</u>	-	<u>V(7)</u>	-	<u>V(7)</u>	-	<u>V(7)</u>	-	<u>V(7)</u>	-
Фосфати, мгP/дм <sup>3</sup>	<u>V(7)</u>	-	<u>V(7)</u>	-	<u>V(7)</u>	-	<u>V(7)</u>	-	<u>V(7)</u>	-	<u>V(7)</u>	-
$I_{B\text{Рсеред.}}$		7,1		6,7		6,8		6,5		6,5		6,2
Розчин. кисень, мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	III(5)	5,3 5	<u>V(7)</u>	<u>7,3</u> <u>8</u>	II(3)	3,4 5	II(2)	2,5 1	II(2)	2,1 7	II(2)	2,6 7
$I_{K\text{Рсеред.}}$		5,4		7,4		3,5		2,5		2,2		2,7
БСК <sub>5</sub> , мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	<u>V(7)</u>	-	<u>V(7)</u>	-	<u>V(7)</u>	-	III(5)	5,4 7	III(5)	5,5 2	III(4)	4,7 2
ХСК, мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	III(5)	5,1 6	<u>V(7)</u>	<u>7,0</u> <u>5</u>	<u>V(7)</u>	-	III(5)	5,0 9	II(3)	3,6 7	II(3)	3,4 5
$I_{O\text{Рсеред.}}$		6,1		7		7		5,3		4,6		4,1

Продовження таблиці

1	3	4	6	7	9	10	12	13	15	16	18	19
Зав.реч., мг/дм <sup>3</sup>	IV(6)	6,27	III(5)	5,1	<u>V(7)</u>	<u>7,0</u>	III(4)	4,3	II(3)	3,6	III(4)	4,3
pH	I	1,6	I	1,0	II(2)	2,9	II(3)	3,5	II(3)	3,0	II(3)	3,0
<i>I</i> <sub>ЗПсеред.</sub>		3,9		3,1		5,0		3,9		3,3		3,7
<i>I</i> <sub>ТСсеред.</sub>		5,6		6,1		5,6		4,6		4,2		4,2
Залізо, мкг/ дм <sup>3</sup>	III(5)	5,2	III(5)	5,2	III(4)	4,7	III(4)	4,0	II(3)	3,8	II(3)	3,7
Наф-ти, мкг/ дм <sup>3</sup>	IV(6)	6,8	IV(6)	6,0	IV(6)	6,3	I	1,7	III(4)	4,3	-	-
Феноли, мкг/ дм <sup>3</sup>	<u>V(7)</u>	-	-	0	<u>V(7)</u>	-	-	-	-	-	-	-
СПАР, мкг/ дм <sup>3</sup>	<u>V(7)</u>	7,1	IV(6)	6,9	IV(6)	6,2	-	-	-	-	-	-
<i>I</i> <sub>Т серед.</sub>		6,6		6,1		6,1		2,9		4,1		3,8
<i>I</i> <sub>Х серед.</sub>		5,6		5,5		5,6		4,3		4,6		4,4
<i>I</i> <sub>Б серед.</sub> (умовне)		5,5		5,5		5,5		5,5		5,5		5,5
<u><i>I</i><sub>Е серед.</sub></u>		<u>5,6</u>		<u>5,5</u>		<u>5,6</u>		<u>4,9</u>		<u>5,1</u>		<u>5,0</u>
<i>I</i> <sub>Х найгір.</sub>		6,6		6,1		6,1		4,9		5,1		5,3
<i>I</i> <sub>Б найгір.</sub> (умовне)		6,5		6,5		6,5		6,5		6,5		6,5
<u><i>I</i><sub>Е найгір.</sub></u>		<u>6,5</u>		<u>6,3</u>		<u>6,3</u>		<u>5,7</u>		<u>5,8</u>		<u>5,9</u>
		<u>5</u>										

Середні значення групових індексів розраховуються як середньоарифметичне значення суми категорій показників, що входять до відповідної групи. Наприклад, індекс гідробіологічних показників (*I*<sub>Гсеред.</sub>) може визначити за формулою:

$$I_{Гсеред.} = (K_{Усеред.} + K_{Фсеред.} + K_{Бсеред.}) / 3, \quad (4)$$

де  $K_{Усеред.}$  – категорія за структурними показниками біотичних угруповань;

$K_{Фсеред.}$  – категорія за показниками фітопланктону;

$K_{Бсеред.}$  – категорія за біоіндикаційними оцінками.

Офіційно спостереження за гідробіологічними показниками для річки Молочна не проводяться, тому наразі неможливо включити цей підрозділ для встановлення загального індексу екологічної оцінки якості води даної річки. Тому використали лише наявні вибіркові показники: індекс сапробності за Пантле-Букком 2,04 – середньорічний показник (згідно додатку «Методики...» відповідає III (4) класу та категорії якості води), 2,70 – максимальний показник; біомаса фітопланктону – 101,5 мг/дм<sup>3</sup> (V(7)); індекс самоочищення – самозабруднення (A/R) – 3,7 (V(7)). Можна вважати, що найгірший клас якості води за гідробіологічними показниками становитиме V(7). За відсутністю необхідної бази даних за гідробіологічними показниками для проведення розрахунку екологічного індексу якості води річки Молочна показник  $I_{Б}$  приймаємо умовно,

посилаючись на середню встановлену категорію IV(6). У табл. 1 вносимо менше та більше значення показника  $I_{Бсеред.}=5,5$  та  $I_{Бнайгір.}=6,5$ .

Для забезпечення достовірності результатів оцінки якості води за хімічними трофо-сапробіологічними критеріями загальна кількість показників, за якими виконується оцінка, не повинна бути меншою, ніж 10 [7].

Значення хімічного індексу якості вод ( $I_{Хсеред.}$ ) розраховується як:

$$I_{Хсеред.}=(I_{Ссеред.}+I_{ТСсеред.}+I_{Тсеред.})/3, \quad (5)$$

де  $I_{Ссеред.}$  – індекс показників сольового складу;

$I_{ТСсеред.}$  – індекс хімічних трофо-сапробіологічних показників;

$I_{Тсеред.}$  – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

Індекс хімічних трофо-сапробіологічних показників розраховується на основі узагальнення значень категорій наступних групових показників :

$$I_{Т-С\ серед.}=(I_{КРсеред.}+I_{ОРсеред.}+I_{ЗПсеред.}+I_{БРсеред.})/4, \quad (6)$$

де  $I_{КРсеред.}$  – індекс показників кисневого режиму;

$I_{ОРсеред.}$  – індекс показників вмісту органічних речовин;

$I_{ЗПсеред.}$  – індекс загальних показників (рН, завислі речовини та ін.);

$I_{БРсеред.}$  – індекс показників вмісту сполук біогенних елементів.

Індекс показників вмісту сполук біогенних елементів ( $I_{БРсеред.}$ ) визначається:

$$I_{БРсеред.}=(K_{NH4}+K_{NO2}+K_{NO3}+K_N+2K_{PO4}+2K_P)/8, \quad (7)$$

де  $K_{NH4}$ ,  $K_{NO2}$ ,  $K_{NO3}$ ,  $K_N$ ,  $K_{PO4}$ ,  $K_P$  – категорії за показниками вмісту, відповідно, амонійного, нітритного, нітратного і загального азоту, фосфору фосфатів і загального фосфору.

Якщо кількість показників, за якими є інформація, менша, у знаменнику ставиться відповідна цифра з урахуванням пропорційного множення категорій по фосфору.

Показник  $I_{БРсеред.}$  для р. Молочна з посиланням на наявні дані розраховувався за дещо видозміненою формулою (відсутні дані спостережень за двома показниками: азотом загальним та фосфором загальним).

$$I_{БРсеред.}=(K_{NH4}+K_{NO2}+K_{NO3}+2K_{PO4})/6. \quad (8)$$

Хімічний індекс якості вод  $I_{Хнайгір.}$  визначається за найгіршим значенням з трьох блокових індексів  $I_C$ ,  $I_{Т-С}$ ,  $I_T$ :

$$I_{Хнайгір.}=\max(I_C, I_{Т-С}, I_T). \quad (9)$$

Біологічний індекс якості вод  $I_{Бнайгір.}$ , як і хімічний індекс  $I_{Хнайгір.}$ , визначається за найгіршим значенням серед усіх блокових індексів біологічних показників:

$$I_{Бнайгір.}=\max(I_G, I_M, I_{БХ}, I_{БТ}). \quad (10)$$

Проведені нами обрахунки визначили:  $I_C = 5,3$ ;  $I_{ТС} = 4,2$ ;  $I_T = 3,8$ ;  $I_X = 4,4$ ;  $I_E = 5,0$ . Екологічний індекс якості вод, як і блокові індекси, обчислюється для середніх і для найгірших значень категорій окремо:  $I_{Е\ серед.}$  та  $I_{Е\ найгір.}$ . Показник  $I_{Есеред.}$  за період 1990-2015 рр. коливається у



межах 4,9-5,6,  $I_{\text{Найгір.}} = 5,7-6,55$ . Обидва показники мають динаміку до незначного покращення екологічної якості води з 2000 р.

Одним із способів подання результатів оцінювання екологічного стану поверхневих вод, згідно Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЄС, може бути індекс екологічної якості ( $EQI$ ). Цей індекс визначається шляхом порівняння значень показників, отриманих у конкретному створі зі значеннями показників у референційних (еталонних) умовах.

Для приведення індексу екологічної оцінки якості вод ( $I_E$ ) до діапазону від 1 до 0, який прийнято для  $EQI$ , можна використати відношення:

$$I_{\text{Епр}} = 1 - (I_E / 7) \quad (11)$$

**2. Градації індексу  $EQI$  відповідно до класів якості вод згідно «Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance document № 10» [8]:**

Клас якості вод	I	II	III	IV	V
	Відмінна (high)	Добра (good)	Посередня (moderate)	Низька (poor)	Погана (bad)
Значення $EQI$	1-0,83	0,82-0,62	0,61-0,41	0,40-0,20	<0,20

Встановлено, що для р. Молочна  $I_E = 5,0$  за 2015 р., у попередні роки значення  $I_E$  було трохи більшим. Відповідно  $I_{\text{Епр}} = 1 - (5 / 7) = 0,29$ . Відповідно до градації  $EQI$  це «низька» якість води. Якщо не брати до уваги гідробіологічні показники і розрахувати  $I_{\text{Епр}}$  опираючись лише на масштабний масив даних гідрохімічних показників ( $I_X = 4,4$ )  $I_{\text{Епр}} = 1 - (4,4 / 7) = 0,37$ , усе одно показник  $EQI$  попадатиме у ті ж самі межі екологічного нормування якості води.

**Висновки і перспективи.**

1. Внесено корегування до основної формули обрахунку уточненої категорії якості води річок, яке може використовуватись для оцінки якості поверхневих вод будь-якого водотоку України.

2. Завдяки нововведенню «Методики...», а саме врахуванню регіональних особливостей водних об'єктів було встановлено, що основні речовини-поллютанти р. Молочна відносяться до трофо-сапробіологічного блоку.

3. Основними забруднюючими речовинами р. Молочна за 2015 р. є нітрати та фосфати (встановлено найгірший клас якості води VII(7)). За концентраціями нітритів та сульфатів вода відноситься до IV(6). Простежується зміна категорій якості води з часом, у період 1990-2000 рр. до 7-мої категорії відносилась річка за показниками: азотом амонійним, фенолами, БСК<sub>5</sub>, СПАР, завислими речовинами. З 2000 р. відбулось зниження концентрації даних речовин у воді.

4. Комплексний показник екологічної якості води р. Молочна  $I_{\text{Есеред.}}$  за період 1990-2015 рр. коливається у межах 4,9-5,6,  $I_{\text{Найгір.}} = 5,7-6,55$ . Встановлена загальна динаміка до незначного покращення екологічної якості води з 2000 р. За даними 2015 р. якість води за рівнем забрудненості

відноситься до III (5) класу та категорії, характеризується як «помірно забруднена», за ступенем сапробності - « $\alpha'$ -мезосапродна», трофності – «ев-політрофна».

5. Якість поверхневих вод р. Молочна згідно індексу EQI (відповідно до класів якості вод згідно вимог ВРД (2000/60/EC)) класифікується як «низька», що неодмінно необхідно брати до уваги при плануванні господарського використання водотоку.

### References

1. «Prohrama ekolohichnoho ozdorovlennia baseinu richky Molochna, vidnovlennia yii hidrolohichnoho rezhymu, blahoustroiu ta zberezhenntia bioriznomanittia na 2014-2025 roky» zatverdzhena rishenniam Zaporizkoi oblasnoi rady №14 vid 26.12.2013r. Available at: <http://www.zovh.gov.ua/proovr/normdocs/zorada.shtml>
2. Cherchenko Kh.V. (2017) Ekolohichna otsinka yakosti poverkhnevyykh vod richok Pivnichno-Zakhidnoho Pryazov'ya za hidrokhimichnymy ta hidrofizychnymy kharakterystykamy. Visnyk Zaporiz'koho natsional'noho universytetu: zbirnyk naukovykh prats'. Biolohichni nauky. 1. Zaporizhzhya, 170-179
3. Sapun T.O. (2016). Ekolohichna otsinka yakosti poverkhnevyykh vod baseinu r.Molochna yak rezultat sukupnoi dii antropohennykh chynnykiv [Humanitarnyi prostir nauky: dosvid ta perspektyvy]. Zb. Materialiv Mizhnarod. nauk. prakt. internet-konf.,7.Pereiaslav- Khmelnytskyi, 19-28.
4. Korobkova H.V. (2015) Metody ekolohichnoho normuvannia u administratyvno-baseinovomu upravlinnia vodookhoronnoiu diialnistiu [Ekolohichna bezpeka: problemy i shliakhy vyrishennia]. Zb. nauk. st. Khl Mizhnar. nauk.-prakt. konf., Kharkiv, UkrNDIEP, 131-134.
5. Yatsyk A.V., Denysova O.I., Cherniavska A.P., Vernychenko H.A. (1996) Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod Ukrainy. Kyiv. 20.
6. Romanenko V.D., Zhukynskiy V.M., Oksiiuk O.P. (1988) Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnymy katehoriiamy. Kyiv: SYMVOL-T, 28.
7. Hrytsenko A.V., Vasenko O.H., Vernichenko H.A. (2012) Normatyvnyi dokument UDK 556.531:049.3 [Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnymy katehoriiamy]. Kharkiv, UkrNDIEP, 37.
8. YeS, V. R. D. (2006). 60/leC: Osnovni terminy ta yikh vyznachennia (ofitsiyniy pereklad). K.: Konsortsium kompanii RODECOVERSeau–WRc. Kyiv, 240 .

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ Р. МОЛОЧНАЯ

**В. П.Скиба, Н. М. Вознюк**

***Аннотация.** На основании обобщённых и систематизированных данных многолетних наблюдений за гидрохимическими показателями выполнена экологическая оценка качества воды р. Молочная. Расчёты проведены согласно проектной методике «Экологическая оценка качества поверхностных вод по соответствующим категориям», которая является наиболее современной разработкой и учитывает основные положения действующей в Европе Водной Рамочной Директивы ЕС*

2000/60/EC. На основании полученных результатов предложены корректировки к уточнению категории качества поверхностных вод.

Полученные результаты позволили проанализировать процессы, проходящие в гидрологическом объекте, а именно: установить приближение переходного коэффициента к границе улучшения или же наоборот, ухудшения экологической ситуации. Также, исходя из полученных значений, проанализирована динамика изменения качества воды исследуемого водотока за период 1990-2015 г.г. и определены основные вещества-поллютанты, которые являются приоритетными для данной реки. Впервые проведена комплексная оценка качества воды реки Молочная по широкому спектру гидрохимических и некоторых гидробиологических показателей, определен класс и категория качества воды, общий уровень загрязнения, трофности и сапробности. Выводы работы могут стать опорными при определении режима использования реки и внедрении природоохранных мероприятий.

**Ключевые слова:** гидрохимические показатели, экологическое качество, категория качества, класс качества, поверхностные воды, р. Молочная

## ECOLOGICAL EVALUATION OF THE MOLOCHNAYA RIVER WATER QUALITY

V. P Skiba, N. M. Voznyuk

**Annotation.** Based on the generalized and systematized data of long-term observations of hydrochemical indicators, the ecological evaluation of the Molochnaya River water quality was performed. The calculations were carried out according to the project methodology "Ecological evaluation of surface water quality according to the relevant categories", which is the most up-to-date development and takes into account the main regulations of the EU Water Framework Directive 2000/60 / EC in force in Europe. Based on the results obtained, the corrections are proposed for clarifying the category of surface water quality. The obtained results allowed analyzing the processes taking place in the hydrological object, namely: establishing the approach of the transition coefficient to the border of improvement or, on the contrary, the deterioration of the ecological situation. Also, based on the obtained values, the dynamics of the water quality alteration of the watercourse under study for the period of 1990-2015 was analyzed; and the main pollutants, which are the priority for this river, were identified. For the first time, a total evaluation of the Molochnaya River water quality was carried out for a wide range of hydrochemical and some hydrobiological indicators; class and category of water quality, general level of pollution, trophicity and saprobity were defined. The conclusions of the research work can become supporting ones in determining the usage mode of the river and the introduction of environmental measures.

**Keywords:** hydrochemical indicators, ecological quality, quality category, quality class, surface waters, the Molochnaya River