

УДК 504.4.054: 556.497

М.М. ХАРИТОНОВ, *д-р с.-г. наук, професор Дніпропетровського державного аграрного університету, м. Дніпропетровськ, Україна*

Л.Б. АНІСІМОВА, *канд. біол. наук, заступник завідувача вимірювальної хіміко-аналітичної лабораторії Інституту проблем природокористування та екології НАН України, м. Дніпропетровськ, Україна*

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ РІЧКИ ДНІПРО У ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Водогосподарський комплекс Дніпропетровської області характеризується значним техногенним забрудненням внаслідок дії підприємств гірничо-металургійної галузі. Необхідне термінове впровадження зворотних циклів повторного використання води на промислових підприємствах області. Віднесення басейну річок Самара та Інгулець до водних об'єктів рибогосподарської категорії водокористування на сьогоднішній день пов'язано з екологічними ризиками. Рівень мінералізації середніх та малих річок сягає 2-6 г/л. Це більше ніж у 2-5 раз у порівнянні із засоленням води річки Оріль, оскільки вона знаходиться на значній відстані від розробок корисних копалин.

Ключові слова: водогосподарський комплекс, малі річки, екосистема басейну Дніпра, поверхневі води, комплексний екологічний індекс, іригаційна оцінка води, токсичні речовини.

Вступ

Відомо, що Дніпро забезпечує водою 2/3 території України, близько 30 млн чол., 50 великих міст та промислових центрів, 2,2 тис. сільських і понад 1 тис. комунальних господарств, 50 великих зрошувальних систем і 4 атомних електростанції. Використання води питної якості на питні потреби становить 50%. В той же час приблизно 90% потреби можна задовольнити за рахунок впровадження зворотних циклів повторного використання води [1]. Антропогенний вплив на водні екосистеми басейну р. Дніпро призводить не тільки до їх кількісного виснаження, але і до деградації якісного складу природних вод. В найбільш загрозливому стані знаходяться екосистеми середніх та малих річок. Це пов'язано з надмірними об'ємами скидів стічних вод, з різним ступенем очищення і їх якістю. Будівництво на Дніпрі каскаду водоймищ призвело до значних змін гідрологічного режиму річки: різко зменшилась швидкість течії води, значно скоротилося турбулентне перемішування води, зменшився водообмін і проточність, що обумовило утворення застійних зон [2, 3]. Зменшення проточності і мілководні зони, що утворилися, негативно

впливають на якість води у Дніпрі. Це призводить до частого, майже щорічного її цвітіння, пов'язаного також із надходженням у Дніпровське водоймище великої кількості забруднюючих речовин, особливо азоту і фосфору. Тобто мова йде про посилення процесів евтрофікації у поверхневих водах річки Дніпро.

В умовах сьогодення доводиться розшукувати не тільки витoki, але і гирла малих річок. Число малих річок у Дніпропетровській області, за різними даними, оцінюється від 146 до 160 [4, 5].

Потенційні місцеві ресурси поверхневих та підземних вод Дніпропетровської області становлять 53,3 км³, якщо урахувати поверхневий стік з територій водозбірних басейнів річок Самари, Вовчої, Солоної, Бика, Орелі, Інгульця – 1,53 км³ (2,9%), Дніпра – 50,6 км³ (94,9%).

У зв'язку із будівництвом водосховищ, ставків у багатьох малих річок гирла були затоплені, утворились пригирлові затоки, штучні естуарії. Детальне дослідження території Дніпропетровської області в експедиціях та за допомогою засобів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) дозволило В.В. Дем'янову встановити колишнє існування 340 малих річок [6].

Довготривала розробка природних копалин (залізної, марганцевої, поліметалічної та уранової руд, вугілля і т. п.) у природно-економічному регіоні Придніпров'я не могла не вплинути на гідрогеологічні умови техногенно порушених регіонів [6, 7]. Для дотримання технології видобутку копалин у кар'єрах та шахтах проводять постійну відкачку підземних вод з наступним їх скидом у деякі малі річки: Інгулець, Саксагань, Базавлук та Самару. Головними забруднювачами водозбірної площі басейну річки Дніпро, в межах Дніпропетровської області, є підприємства гірничо-металургійного комплексу (ГМК). Найбільший внесок у техногенне за-

бруднення річки Дніпро вносять індустріальні міста Кривий Ріг, Дніпропетровськ, Дніпродзержинськ, Нікополь, Орджонікідзе, Вільногірськ, Павлоград і Жовті Води. Стічні води підприємств цих міст створюють різного рівня небезпеки ризику для навколишнього середовища. Це призводить до того, що у середній за водністю річок частка стічної води у загальному об'ємі річкового стоку становить: у річці Самара – 1/3, у річках Вовча і Мокра Сура – більше половини.

Мета цієї роботи надати екологічну та іригаційну оцінку якості поверхневих вод басейну річки Дніпро в межах Дніпропетровської області.

Матеріали та методи досліджень

Використані в даній роботі методики екологічної та іригаційної оцінки якості поверхневих вод [8] є основою для аналізу даних гідрохімічного контролю, характеристики якості поверхневих вод суходолу з екологічних позицій, одержання інформації про стан водного об'єкта, з'ясування тенденцій зміни якості води в часі і просторі, визначення впливу антропогенного навантаження на екосистеми водних об'єктів, оцінки ризику осолонцювання зрошуваних ґрунтів.

Гідрохімічні показники визначалися в акредитованих лабораторіях відділів аналітичного контролю за станом навколишнього природного середовища Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області відповідно до атестованих методик, які використовують в системі Мінприроди України [9].

Вихідними даними для екологічної оцінки якості води великих, середніх та малих річок є результати систематичного моніторингу поверхневих вод в контрольних створах, розташованих на території кожної області України. Систематичні спостереження за гідрохімічним станом Дніпра, Самари, Вовчої, Орїлі, Мокрої Сури, Інгульця, Саксагані проводяться лабораторіями Облводгоспу, ОблСЕС та обласною екологічною інспекцією за 32 показниками 3 - 4 рази на рік у 44 створах, розташованих в межах населених пунктів в місцях впливу на водойми скидів стічних вод та вод їх притоків. На рисунку 1 відображені дані по мі-

нералізації середніх та малих річок які брали по створах, що знаходяться вище або перед впадінням у р. Дніпро: р. Вовча (с. Кочережки), р. Самара (с. Кочережки після впадіння р. Вовчої), Інгулець (с. Андріївка), Саксагань (м. Кривий Ріг на вході в Дзержинський тунель вище впадіння в р. Інгулець), Мокра Сура (с. Братське) і Оріль (с. Кіровське). Створ біля села Волоське був обраний як контроль забруднення води підприємствами, що розташовані вище за течією р. Дніпро.

Вихідними даними для оцінки якості води річки Вовча були результати систематичного гідрохімічного контролю по 5 контрольним створам:

- 1 – смт. Покровське, в межах населеного пункту;
- 2 – с. Васильківка, в межах населеного пункту;
- 3 – м. Павлоград, 1 км вище міста;
- 4 – м. Павлоград, автодорожній міст в районі автовокзалу;
- 5 – с. Кочережки, вище впадіння в р. Самару.

Вихідними даними для оцінки якості води річки Інгулець є результати систематичного гідрохімічного контролю басейну Інгульця по 8 контрольним створам:

- 1 – місце змішання р. Інгулець і р. Зеленої;
- 2 – с. Іскровка, нижче греблі Іскровського водосховища, вище впадіння р. Жовта;
- 3 – с. Лозоватка;

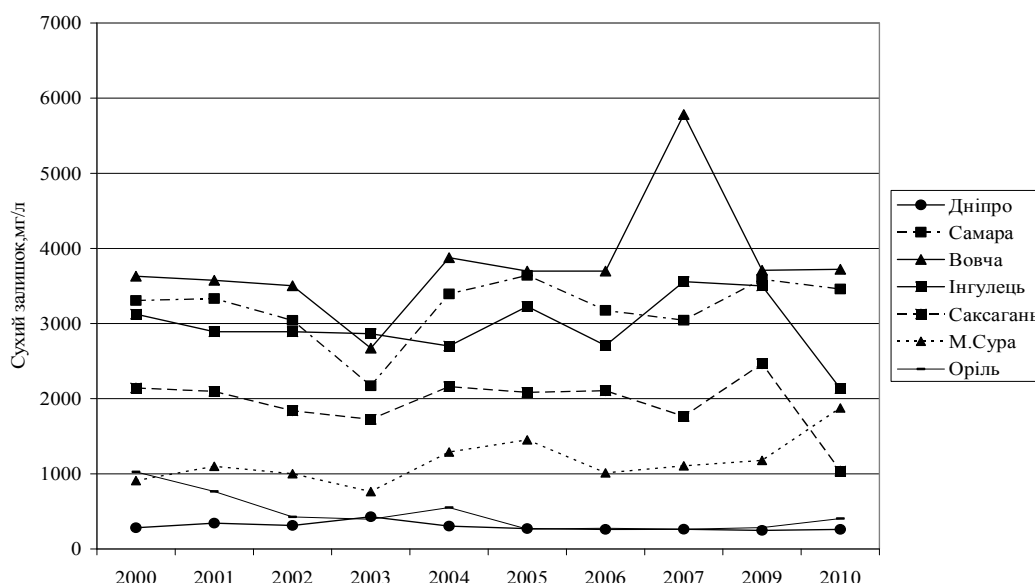


Рисунок 1 – Середня мінералізація води в річках басейну Дніпра за 2000-2010 рр.

4 – м. Кривий Ріг, гребля Карачунівського водосховища;

5 – р. Інгулець, вище впадіння р. Саксагань;

6 – м. Кривий Ріг, нижче впадіння р. Саксагань;

7 – с. Андріївка;

8 – с. Широке.

Система екологічної класифікації якості поверхневих вод суші включає три групи показників:

1) показники сольового складу;

2) трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні):

2а – гідрофізичні – зважені речовини, прозорість;

2б – гідрохімічні – рН, концентрація азоту амонійного, азоту нітритного, азоту нітратного, фосфатів, розчиненого кисню, біохімічне споживання кисню, хімічне споживання кисню;

3) речовини токсичної дії.

Комплексний екологічний індекс (I_e) розраховується за формулою:

$$I_e = (I_a + I_b + I_c) / 3, \quad (1)$$

де I_a , I_b , I_c – факторні індекси, обумовлені максимальним перевищенням однієї з характеристик у кожній групі показників.

Відповідно до значень КЕІ виділяють класи і категорії якості вод за ступенем їхньої чистоти (таблиця 1):

I клас: – 1 категорія – дуже чисті;

II клас: 2 категорія – чисті, 3 категорія – помірно забруднені;

III клас: 4 категорія – забруднені, 5 категорія – брудні;

IV клас: 6 категорія – дуже брудні;

V клас: 7 категорія – надзвичайно брудні.

Таблиця 1. Значення комплексного екологічного індексу для визначення класу і категорії забруднення вод

Клас	I	II		III		IV	V
Категорія	1	2	3	4	5	6	7
КЕІ	0,2	0,3– 1,0	1,1–2,0	2,1–4,0	4,1–6,0	6,1–10,0	>10,0

Відповідність нормативам якості води досліджуваних річок оцінено згідно значень гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин для водойм рибогосподарського призначення ($ГДК_{р.г.}$) і значень гранично допустимих концентрацій забрудню-

ючих речовин для водойм культурно-побутового користування ($ГДК_{к.п.}$) [10]. Відповідно, I_{e1} – комплексний екологічний індекс, розрахований відносно до $ГДК_{р.г.}$ забруднюючих речовин для води водойм рибогосподарського призначення, а I_{e2} – комплекс-

ний екологічний індекс, розрахований відносно до ГДК забруднюючих речовин для води водойм культурно-побутового призначення.

Іригаційна оцінка здатності вод до осолонцювання ґрунтів була зроблена за методикою М.Ф. Буданова [11]. Вода непридатна до зрошення, якщо

$$k = \frac{[Na^{+}]}{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]} > 0,7 \quad (2)$$

Класифікацію зрошуваних вод щодо їх придатності до зрошення ґрунтів виконана за методикою департаменту сільського господарства США [7]. Вона ґрунтується на визначенні коефіцієнту осолонцювання ґрунтів (SAR):

$$SAR = \frac{[Na^{+}]}{\sqrt{\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2}}} \quad (3)$$

Результати та обговорення

Частка даних щодо вмісту сухого залишку у річках басейну Дніпра за 2000-2010 роки наведена на рисунку 1. Як виходить із аналізу наведених даних мінералізація річки Дніпро (створ н.п. Волоське) та річки Оріль (с. Кіровське) зазвичай складає менше 500 мг/дм³. Найбільшим рівнем засолення відзначаються води річок Вовча, Самара, Інгулець і Саксагань (2-6 г/дм³). Відомо, що середній рівень мінералізації підземних вод, що вибираються у районі шахтних розробок Західного Донбасу, складає 10-15 г/дм³ [7].

Висока мінералізація води обумовлена скидом шахтних вод Донецької області та ДХК "Павлоградвугілля". Високий вміст сухого залишку, хлоридів і сульфатів спостерігається по всій течії річки Самара від створу на кордоні області до гирла, незначні коливання якого залежать від періодичних скидів шахтних вод ДХК "Павлоградвугілля" по балках Космінна та Свідок. Отже, необхідне впровадження технологій демінералізації стічних вод шахт і кар'єрів для зменшення негативного впливу на поверхневі води басейну річки Дніпро.

Основний вплив на гідрохімічний стан Дніпра та його водосховищ чинять такі підприємства регіону, як ВАТ "ДніпроАзот", "Дніпровський металургійний комбінат"

Відповідно до величини SAR виділяється 4 типи вод:

- слабколужні з малою небезпекою осолонцювання (0-10);
- середньолужні з середньою небезпекою осолонцювання (10-18);
- сильнолужні з високою небезпекою осолонцювання (18-26);
- сильнолужні з дуже високою небезпекою осолонцювання (більше 26).

Розрахунок необхідної кількості гіпсу виконується за формулою:

$$D = E \cdot [Ca^{++} - C_{\phi}^{++}] \cdot N, \quad (4)$$

де D – доза меліоранта, т/га; E – еквівалент меліоранта, який відповідає 1 мг/екв Ca⁺⁺, (т/м³)/(мг-екв/дм³); Ca⁺⁺ – кількість Ca, яка відповідає 43,4 % мг-екв/дм³ від суми катіонів мг-екв/дм³; C_φ⁺⁺ – фактичний вміст Ca, мг-екв/дм³; N – зрошувальна норма, тис. м³/га [7].

("ДМК"), "ДМЗ ім. Петровського", "Дніпропетровський трубний завод", "Дніпроважмаш", ВУВКГ м. Дніпропетровська, в стічних водах яких вміст завислих речовин, заліза, БСК, ХСК, амонію, нафтопродуктів перевищує гранично допустимі концентрації для водойм культурно-побутового водокористання. Крім підприємств – забруднювачів на якість води Дніпра впливають води його притоків – р. Самара та р. Мокра Сура, з ними надходять високомінералізовані шахтні води Західного Донбасу та стічні води підприємств м. Дніпропетровська, що безпосередньо до річки не скидаються. Для всіх створів спостереження характерний підвищений вміст ХСК, заліза, марганцю, нікелю, хрому, кобальту та кадмію на рівні декількох рибогосподарських ГДК_{р.г.}. По течії Дніпра суттєвих змін якості його води не відзначається за винятком нафтопродуктів, вміст яких у межах Дніпропетровська зростає до рівня 2 ГДК для водойм культурно-побутового водокористання. Для всіх створів р. Самара характерне високе забруднення води завислими речовинами, залізом, нафтопродуктами, ХСК на рівні 1,3 – 2,5 культурно-побутових ГДК. В більшості створів річки вміст марганцю, нікелю, кобальту та кадмію до 3 разів перевищує нормативи рибогосподарських

ГДК. В деяких створах Самари відмічається підвищений вміст нітритів (до 2,7 мг/дм³) та амонію (до 2,5 мг/дм³). Лише за незначною кількістю показників (нітрати, фосфати, цинк, АПАР) якість води річки відповідає нормативам ГДК для водойм культурно-

побутового та рибогосподарського водоко-
ристання. Кінцеві результати розрахунків комплексного екологічного індексу (KEI) для створів, що розташовані на річках Дніпро, Самара, Мокра Сура та Оріль наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Значення комплексного екологічного індексу в контрольованих створах річок у 2004-2005 рр.

№	Місце відбору проби води	I_{e1}	I_{e2}
1	р. Дніпро, м. Дніпродзержинськ, нижче скиду р. Коноплянка	5,1	1,3
2	р. Дніпро, м. Дніпродзержинськ, Кайдацький водозабір	4,2	1,1
3	р. Дніпро, м. Дніпропетровськ, залізничний міст	4,6	1,0
4	р. Самара, с. Коханівка	15,0	2,7
5	р. Самара, с. Миколаївка	18,6	3,0
6	р. Самара, с. Новоселівка	10,1	4,2
7	р. Мокра Сура, с. Братське	10,9	2,3
8	р. Оріль, с. Царичанка	5,4	4,2

Перевищення рибогосподарчих ГДК у воді річки Самара сягає 19 разів, що майже в 4 рази було більше ніж у р. Дніпро та Оріль. Найвище перевищення комунально-побутового ГДК відзначено для с. Новоселівка, Царичанка та Кіровське. Однією з основних причин цього явища є те, що ці села ще здавна відіграють роль «дачних селищ» та місця відпочинку для жителів Дніпропетровська, оскільки за часи СРСР тут було розміщено багато дач та баз відпочинку (в основному для оздоровлення ро-бітників місцевих заводів та фабрик). На цій території у достатній мірі не проведені каналізаційні комунікації. Отже, вода, що забруднюється в результаті комунально-побутової діяльності потрапляє в підземні води, якими додатково підживлюються р. Самара і Оріль. Вихідними даними для екологічної оцінки якості води р. Вовча є результати систематичного моніторингу поверхневих вод у 5 контрольних створах, розташованих на території Дніпропетровської області. Узагальнені середньорічні дані гідрохімічного контролю води р. Вовча представлені в таблиці 3. Аналіз даних гідрохімічного контролю для групи показників сольового складу показав, що вода р. Вовча у всіх контрольованих створах не відповідає нормативам. Перевищення фактичних концентрацій щодо норм ГДК_{р.г.} є постійним і визначено за вмістом хлоридів – від 1,5 до 1,9, кальцію – 1,2–1,6, магнію –

3,8–4,7. Були зафіксовані досить високі перевищення вмісту сульфатів, максимальне перевищення 16,8 ГДК_{р.г.} у створі № 4, в районі автовокзалу, натрію з максимальним значенням 12,3 ГДК_{р.г.}. Аналіз фактичних концентрацій стосовно до ГДК_{к.п.} показав перевищення у всіх створах вмісту хлору – 1,3–1,7, сульфатів – 3–3,2, також магнію з максимальним перевищенням 9,1 та натрію 7,4 ГДК_{к.п.}. У процесі порівняння фактичних концентрацій трофо-сапробіологічних показників води з ГДК_{к.п.} перевищення зафіксовано за значенням БСК₅ – у 1,5 - 1,9 рази та ХСК з максимальним значенням 4,3 ГДК_{к.п.}. Максимальне перевищення азоту відносно ГДК_{р.г.} становить – 1,8; нітритів – 2 - 2,5; фосфору – 5,9; БСК₅ – 3,8 ГДК_{р.г.}. У всіх створах були зафіксовані перевищення рівня ГДК_{р.г.} за вмістом речовин токсичної дії з максимальними показниками: по цинку – 5 ГДК_{р.г.}, залізу, міді – до 8 ГДК_{р.г.}. Досить високі перевищення вмісту міді – 94 ГДК_{р.г.}, хрому – 49 ГДК_{р.г.} та нафти 17 ГДК_{р.г.} у створі №5 біля с. Кочережки (вище впадіння в р. Самару). Якщо аналізувати значення фактичних концентрацій щодо нормативів ГДК_{к.п.}, то в більшості контрольних пунктів їхнє перевищення не зафіксоване, є перевищення вмісту заліза у створі № 3 – 2,7 ГДК_{к.п.}, та нафтопродуктів у створах № 1, 2 і 5 відповідно 2,0; 2,2; 2,8 ГДК_{к.п.}.

Таблиця 3. Гідрохімічні показники поверхневої води річки Вовча у 2004 р.

РЕЧОВИНИ	СТВОРИ					
	ГДК _{р.г.} , МГ/ДМ ³	1	2	3	4	5
	ГДК _{к.п.} , МГ/ДМ ³	ВМІСТ, МГ/ДМ ³				
ПОКАЗНИКИ СОЛЬОВОГО СКЛАДУ						
Хлориди (Cl ⁻)	$\frac{300}{350}$	471,3	471,3	452,0	463,0	580,0
Сульфати (SO ₄ ²⁻)	$\frac{100}{500}$	1617,8	1653,2	1385,0	1680,0	1578,9
Кальцій (Ca ²⁺)	$\frac{180}{\text{не норм.}}$	255,1	267,2	208,0	251,0	286,6
Магній (Mg ²⁺)	$\frac{40}{20}$	179,6	186,7	151,0	179,0	181,2
Бікарбонати (HCO ₃ ⁻)	$\frac{-}{1000}$	335,9	335,9	342,0	336,0	353,8
Натрій (Na ⁺)	$\frac{120}{200}$	1085,9	1480,1	571,0	788,0	1005,7
ГІДРОФІЗИЧНІ ПОКАЗНИКИ						
Зважені речовини	фон + 0,75	37,30	34,00	28,4	4,5	32,3
ГІДРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ						
Водневий показник (рН)	6,5-8,5	8,1	8,0	8,4	8,2	8,0
Азот амонійний (NH ₄ ⁺)	$\frac{0,39}{2,0}$	0,42	0,43	0,63	0,60	0,71
Нітрати (NO ₃ ⁻)	$\frac{40}{45}$	0,9	0,9	5,5	3,2	7,6
Нітрити (NO ₂ ⁻)	$\frac{0,08}{3,3}$	0,200	0,200	0,170	0,170	0,190
Фосфати (PO ₄ ³⁻)	$\frac{0,17}{3,5}$	0,46	0,50	0,20	0,34	1,00
Розчинений кисень	4 <	12,5	12,5	9,3	10,9	9,1
БСК ₅	$\frac{3,0}{6,0}$	9,4	9,0	8,8	3,4	11,4
ХСК	$\frac{15}{15}$	33,0	35,0	58,6	64,0	29,9
СПЕЦИФІЧНІ ТОКСИЧНІ РЕЧОВИНИ						
Мідь (Cu ²⁺)	$\frac{0,001}{0,1}$	0,040	0,065	0,008	0	0,094
Цинк (Zn ²⁺)	$\frac{0,01}{1,0}$	0,033	0,016	0,050	0,005	0,018
Хром (Cr (VI))	$\frac{0,001}{0,05}$	0,044	0,019	0,01	0	0,049
Залізо (загальне) (Fe ²⁺ , Fe ³⁺)	$\frac{0,1}{0,3}$	0,39	0,54	0,8	0,3	0,12
Марганець (Mn ²⁺)	$\frac{0,01}{0,1}$	0,038	0,028	0,09	0,08	0,043
Нафтопродукти	$\frac{0,05}{0,3}$	0,60	0,65	0,12	0,2	0,85
СПАР	$\frac{0,5}{0,1}$	0,02	0,03	0,11	0,08	0,08

На основі значень максимального перевищення гранично допустимих концентрацій у кожному із трьох блоків показників у контрольованих створах р. Вовча за 2004 р. був розрахований інтегральний по-

казник КЕІ стосовно до ГДК_{р.г.} і ГДК_{к.п.} (таблиця 4).

Результати розрахунків ризику осолонцювання ґрунтів у випадку їх зрошення водою р. Вовча наведені в таблиці 5.

Таблиця 4 – Значення комплексного екологічного індексу у створах р. Вовча у 2004 р.

№ створу	Пункт гідрохімічного контролю	$\frac{I_{e1}}{I_{e2}}$	Факторні індекси (для I_e)						Клас і категорія якості води
			I_a		I_b		I_c		
1	сmt. Покровське, в межах н. п.	$\frac{21,1}{2,9}$	16,2 4,5	SO ₄ ²⁻ Mg ²⁺	3,1 2,2	БСК ₅ ХСК	44,0 2,0	Cr нафтопр.	V кл, 7 кат III кл. 4 кат
2	с. Васильківка, в межах н.п.	$\frac{28,2}{3,0}$	16,5 4,5	SO ₄ ²⁻ Mg ²⁺	3,0 2,3	БСК ₅ ХСК	65,0 2,2	Cu ²⁺ нафтопр.	V кл, 7 кат III кл. 4 кат
3	м. Павлоград, 1 км вище міста	$\frac{9,3}{3,5}$	13,9 4,0	SO ₄ ²⁻ Mg ²⁺	3,9 3,9	ХСК ХСК	10,0 2,7	Cr Fe	IV кл, 6 кат III кл. 4 кат
4	м. Павлоград, автодорожній міст в районі автовокзалу	$\frac{9,7}{3,3}$	16,8 4,5	SO ₄ ²⁻ Mg ²⁺	4,3 4,3	ХСК ХСК	8,0 1,0	Mn Fe	IV кл, 6 кат III кл. 4 кат
5	с. Кочережки, вище впадіння в р. Самару	$\frac{23,6}{3,1}$	15,8 4,5	SO ₄ ²⁻ Mg ²⁺	5,9 2,0	PO ₄ ³⁻ ХСК	49,0 2,8	Cr нафтопр.	V кл, 7 кат III кл. 4 кат

Таблиця 5 – Іригаційна оцінка води р. Вовча у 2004 р.

№	Створи	SAR	Коефіцієнт Буданова
1	сmt. Покровське, в межах н. п.	8,72	1,19
2	с. Васильківка, в межах н. п.	8,71	1,18
3	м. Павлоград 1 км вище міста	7,71	1,20
4	м. Павлоград 1 км вище міста	7,91	1,08
5	с. Кочережки, вище впадіння в р. Самару	12,37	1,75

Отримані дані свідчать, що вода у створах 1-4 за коефіцієнтом SAR відносяться до першого типу води [7] з характеристикою – слабколужна з малою небезпекою осолонцювання (0 – 10); а у створі біля села Кочережки – до другого типу води (10-18) як середньолужна із середньою небезпекою осолонцювання. В жодному з п'яти створів якість відібраної води не відповідає вимогам до джерел зрошення за коефіцієнтом Буданова. Отже, для попередження та ліквідації негативних наслідків необхідно застосовувати різні меліоративні заходи, одним із яких є хімічна меліорація.

При використанні води з річки Вовча для зрошення за формулою 4 були виконані розрахунки щодо кількості внесення у ґрунт

гіпсу відповідно до отриманих даних за кожним створом:

- 1) $D=8,6 \cdot 10^{-5}(32,44 - 12,73) 1000=1,70$ т/га;
- 2) $D=8,6 \cdot 10^{-5}(40,40 - 13,33) 1000=2,33$ т/га;
- 3) $D=8,6 \cdot 10^{-5}(20,68 - 10,38) 1000=0,89$ т/га;
- 4) $D=8,6 \cdot 10^{-5}(26,71 - 12,53) 1000= 1,22$ т/га;
- 5) $D=8,6 \cdot 10^{-5}(31,66 - 14,30) 1000= 1,49$ т/га.

Отже, згідно з виконаними розрахунками для упередження осолонцювання ґрунтів, необхідно щорічно вносити гіпс у кількостях від 0,9 до 2,3 т/га у випадку відбору води з р. Вовчої для зрошення.

Видобування і переробка залізної руди у Кривбасі пов'язані з використанням великої кількості води. Сучасний екологічний стан річки Інгулець незадовільний. Інтенсивне землеробство, в тому числі зрошуване, наявність гірничорудної промисловості, швидке зростання металургійної та хімічної галузі в її басейні призвело до поступового занепаду річки. Історія природокористування в басейні річки Інгулець є історією її поступового знищення.

З 2000 р., згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8.12.99 р., № 1346-р, дозволено скид зворотних, високо мінералізованих шахтних вод у річки Інгулець і Саксагань, що проводиться відповідно до регламенту, розробленого Інститутом гідробіології НАН України.

Саме такими рішеннями дозволено упродовж 12 років здійснення скиду мінералізованих зворотних вод в р. Інгулець гірничорудними підприємствами, "за умови не перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у місцях водокористування населення".

Моніторингові спостереження за хімічним складом води р. Інгулець в районі діяльності гірничодобувних підприємств Кривбасу веде відділ комплексного використання водних ресурсів Дніпропетровського обласного виробничого управління водного господарства.

В період зимової межени (грудень - лютий) в р. Інгулець і його притоки здійснюється масштабний скид мінералізованих і високо мінералізованих технологічних вод різних підприємств. Найбільший скид здійснюють підприємства:

- шахтоуправління ПАТ «АрселорМіттал Кривий ріг» – 2,1 - 4,1 млн м³/рік;
- ПАТ «Північний ГЗК» – 6,1 - 20,5 млн м³/рік;
- ПАТ «Інгулецький ГЗК» – 2,2 - 11,4 млн м³/рік.

Загальна сума щорічних зимових скидів мінералізованих вод в р. Інгулець складає за останній період (2007 - 2011 рр.) 10,5-28,6 млн м³, в середньому 18,8 млн м³. Водогосподарська ситуація гірничих підприємств Кривбаса характеризуються надлишком зворотних вод. Для забезпечення безпечних умов відпрацювання рудних відкладень шахтні і кар'єрні води відкачуються. Сьогодні в

зворотних циклах гірничо-збагачувальних комбінатів діє схема використання шахтних вод з накопиченням її надлишків і щорічним їх скидом у річки Інгулець і Саксагань, і обов'язковою подальшою промивкою цих річок прісною водою. Ці скиди впродовж останніх років негативно впливають на стан цих річок. Щорічно в Кривбасі відкачується 20 - 22 млн м³ високо мінералізованих шахтних вод (з мінералізацією від 5 до 96 г/л при середній мінералізації 30 г/л, здебільшого це хлоридні води з високим вмістом хлорид-, сульфат-, натрій-, магній- і кальцій-іонів, який перевищує гранично допустиму концентрацію для поверхневих водних об'єктів і майже 18-20 млн м³ кар'єрних вод. Нажаль на сьогоднішній день очищення високо мінералізованих шахтних і кар'єрних вод відсутнє. Перед скидом у річки Саксагань і Інгулець стічні води лише відстоюють в спеціальних ставках-накопичувачах. Одним з заходів щодо поліпшення ситуації можна запропонувати збільшення часу відстою за рахунок введення додаткових накопичувачів.

Річка Інгулець на відстані 83 км від гирла працює за принципом «антирічки». Проектне середньорічне співвідношення води, яке поступає в Інгулецький магістральний канал складає приблизно 15-30 % інгулецької та 70-85 % дніпровської води. Негативний вплив низькоякісних господарських вод та фекальних стоків Кривого Рогу, особливо відчутний на початку року, коли проходить масовий скид високо мінералізованих шахтних вод.

Узагальнені середньорічні дані гідрохімічного контролю води річки Інгулець представлені в таблиці 6.

Аналіз даних гідрохімічного контролю для групи показників сольового складу показав, що вода річки Інгулець у всіх контрольованих створах не відповідає нормативам. Перевищення фактичних концентрацій щодо норм ГДК_{р.г.} є постійним і спостерігалося за вмістом сульфатів – 6,9, у створі № 7.

Аналіз фактичних концентрацій стосовно до ГДК_{к.п.} показав підвищений вміст магнію у всіх створах, з максимальним перевищенням 5,6 ГДК_{к.п.} у створі № 7.

Перевищення ГДК_{р.г.} трофо-сапробіологічних показників у контрольованих створах не було подібним до показників сольового складу. У п'ятих створах були

зафіксовано досить високі перевищення вмісту фосфатів, максимальне (2 ГДК_{р.г.}) – у створах № 3 та 4. У шістьох створах (№ 1, 2, 3, 6, 7, 8) зафіксоване постійне перевищення БСК₅ та ХСК. Найбільшим (3-4 ГДК) воно було у створі № 8.

Аналізуючи ті ж фактичні концентрації трофо-сапробіологічних показників води, відносно ГДК_{к.п.}, перевищення в двох створах зафіксовано за значенням БСК₅, але кратність перевищення значно менша, ніж при зіставленні з ГДК_{р.г.}

Перевищення фактичних концентрацій речовин токсичної дії стосовно нормативів ГДК_{р.г.} є постійним і у деяких створах знач-

ним. Зафіксовано значне перевищення вмісту міді: 2 - 50 ГДК_{р.г.}; хрому (VI) – 10 - 40 ГДК_{р.г.}; цинку – 2,5 ГДК_{р.г.}

Якщо аналізувати значення фактичних концентрацій металів щодо нормативів ГДК_{к.п.}, то в більшості контрольних пунктів їхнє перевищення не зафіксоване, а незначне перевищення вмісту заліза – у створах № 3, 4, 6, 7, відповідно 1,5 - 2 ГДК.

На основі значень максимального перевищення гранично допустимих концентрацій у кожному із трьох блоків показників для кожного з 8-ми створів на річці Інгулець був розрахований комплексний екологічний індекс стосовно до ГДК_{р.г.} і ГДК_{к.п.} (таблиця 7).

Таблиця 7 – Значення комплексного екологічного індексу в контрольованих створах річки Інгулець за 2011 рік

Пункт гідрохімічного контролю річки Інгулець	I_{e1} I_{e2}	Факторні індекси (для I_e)						Клас і категорія якості води
		I_a		I_b		I_c		
1. Місце змішання р. Інгулець і р. Зеленої	<u>5,42</u>	1,85	SO ₄	4,41	PO ₄	10	Cl	III кл./5 кат.
	1,22	1,85	Mg	1,8	ХСК	-	-	II кл./3 кат.
2. с. Іскровка, нижче греблі Іскровського водосховища	<u>4,44</u>	1,73	SO ₄	1,6	ХСК	10	Cr(VI)	III кл./5 кат.
	1,12	1,75	SO ₄	1,6	ХСК	-	-	II кл./3 кат.
3. с. Лозоватка	<u>9,09</u>	3,91	SO ₄	2,47	ХСК	20,9	Mn	IV кл./6 кат.
	2,54	3,05	Mg	2,47	ХСК	2,09	Mn	III кл./4 кат.
4. м. Кривий Ріг, гребля Карачунівського водосховища	<u>8,53</u>	4,46	SO ₄	2,12	NO ₂	19	Cu	IV кл./6 кат.
	2,14	2,85	Mg	2,07	ХСК	1,5	Fe	III кл./4 кат.
5. р. Інгулець, вище впадіння р. Саксагань	<u>5,37</u>	3,99	SO ₄	2,13	ХСК	10	Cr(VI)	III кл./5 кат.
	1,82	3,4	Mg	2,07	ХСК	-	-	II кл./3 кат.
6. м. Кривий Ріг, нижче впадіння р. Саксагань	<u>11</u>	6,72	SO ₄	5,29	PO ₄	21	Cr(VI)	V кл./7 кат.
	2,15	2,03	Mg	2,2	ХСК	2,23	Fe	III кл./4 кат.
7. с. Андріївка	<u>17,87</u>	6,87	SO ₄	8,75	NO ₂	38	Cr(VI)	V кл./7 кат.
	3,31	5,6	Mg	2,63	ХСК	1,7	Mn	III кл./4 кат.
8. с. Широке	<u>19,82</u>	5,25	SO ₄	4,2	ХСК	50	Cu	V кл./7 кат.
	3,8	5,2	Mg	4,2	ХСК	2	Mn	III кл./4 кат.

Результати спостережень за станом поверхневих вод басейну річки Інгулець та зроблені розрахунки свідчать, що практично за всіма показниками, гранично допустимі концентрації забрудників перевищені. Клас і категорія якості води погіршуються і оцінюється біля села Широке як «надзвичайно брудна» – V клас - 7 категорія – у якості водного об'єкту рибогосподарського водокористування і «забруднена» – III клас – 4 катего-

рія – у якості водного об'єкту культурно-побутового водокористування.

За умов безперервних скидів мінералізованих вод в річку з гірничорудних виробництв р. Інгулець зараз практично повністю втратила свою фундаментальну, щодо річок, властивість – здатність до самоочищення. Природне руйнування або нейтралізація забрудників проходить в результаті складних фізичних (осідання часток, випаровування), хімічних (окиснення, коагуляція, гідроліз

токсикантів) та біологічних процесів (включення забруднюючих речовин в обмінні процеси, руйнування або перехід токсикантів у нетоксичні форми). Така нейтралізація хімічних речовин-забрудників залежить, в першу чергу, від водності водойми. А зменшення водності річок, як правило, приводить до збільшення вмісту забруднюючих речовин.

На сьогоднішній день наявність зрошуваних земель по Інгулецькій зрошувальній системі – 60,8 тис. га, у т.ч. 18,2 тис. га – Херсонська область, 42,6 тис. га – Миколаївська область. Крім цього, з Інгулецького магістрального каналу вода подається на Явкинську і Спаську зрошувальні системи (площі зрошення: 50,2 тис. га і 10,4 тис. га відповідно) і на поповнення Жовтневого водосховища (для питних потреб мешканців м. Николаєва) [12]. Інгулець зараз не відповідає повному визначенню річки як "водного потоку, що живиться за рахунок стоку з водозбору". Зараз він являє собою, потік розчинених у воді солей, що живиться за рахунок скидів мінералізованих вод з кар'єрів та

шахт Криворізького залізорудного басейну, води каналів Дніпро-Інгулець та Дніпро-Кривий Ріг, комунальних вод міста Кривий Ріг. Цей, створений людиною штучний потік, тільки використовує природне русло Інгульця, яке сильно замулене за рахунок ерозійних процесів антропогенного походження. Протягом року стік вже не має природного ходу, він регулюється криворізькими індустріальними скидами та роботою насосних станцій, які подають воду для зрошення. Результати розрахунків ризику осолонцювання ґрунтів у випадку їх зрошення водою річки Інгулець наведені в таблиці 8. Як виходить з отриманих даних, за коефіцієнтом SAR аналізовані проби за створами 1-6 потрапляють у перший тип води [7] з характеристикою – слабколужна з малою небезпекою осолонцювання (0 – 10); а створи за гідропостами в с. Андріївка та с. Широке – до другого типу води (10-18) як середньолужна із середньою небезпекою осолонцювання. Разом з тим, за коефіцієнтом Буданова тільки вода зі створів 1, 2 та 4 відповідає вимогам до джерела зрошення.

Таблиця 8 - Іригаційна оцінка води р. Інгулець за 2009 рік

№	Створи	Коефіцієнт Буданова	SAR
1	р. Зелена	0,060	0,205
2	с. Іскровка	0,281	0,924
3	с. Лозоватка	1,279	5,238
4	м. Кривий Ріг (Карачунівське водосховище)	0,187	0,759
5	вище впадіння р. Саксагань	2,139	4,278
6	нижче впадіння р. Саксагань	0,908	4,538
7	с. Андріївка	2,082	12,101
8	с. Широке	2,780	15,95

Максимальну кількість гіпсу (2,7 т/га) на кожні 1000 м³ води потрібно вносити при зрошуванні водами р. Інгулець сільськогосподарських угідь в с. Андріївка, а мінімальну (1,1 т/га) – для ділянок, які зрошуються в місці Карачунівського водосховища і с. Лозоватка.

Осолонцювання зараз є найбільш поширеним деградуючим процесом на зрошуваних землях в Миколаївській та Херсонській областях. Інгулецька вода, що вміщує велику кількість розчинених солей, зокрема іонів натрію, викликає солонцю-

ватість в ґрунтах. Осолонцювання проявляється в різкому погіршенні їх агрофізичних властивостей: руйнується структура орного шару, знижується пористість та водопроникність, ущільнюється ґрунтовий профіль. Особливо такі процеси помітні та тлі негативного балансу органічної речовини. Подальший розвиток таких процесів приводить до ущільнення ґрунтів та усадки при висиханні, та набрякання при зволоженні. Врожайність сільськогосподарських культур на осолонцюваних ґрунтах різко знижується.

Висновки

1. Водогосподарський комплекс Дніпропетровської області характеризується значним техногенним забрудненням внаслідок дії підприємств ГМК. Необхідне термінове впровадження зворотних циклів повторного використання води на промислових підприємствах області.

2. Віднесення басейну річок Самара та Інгулець до водних об'єктів рибогосподарської категорії водокористування на сьогоднішній день є досить проблематичним.

3. Найбільшим рівнем засолення відзначаються води річок Вовча, Самара, Інгулець і Саксагань (2-6 г/дм³). У випадку відбору води з цих об'єктів для зрошення, необхідно щорічно вносити гіпс у ґрунт у кількостях 1-3 т/га.

4. Потрібне припинення скидання у водні об'єкти неочищених та недостатньо очищених стічних вод комунального господарства у населених пунктах, які відіграють роль «дачних селищ».

Перелік посилань

1. Охорона навколишнього природного середовища в Україні. 1994-1995 рр. – К. : Вид-во Раєвського, 1997. – 96 с.

2. Сташук В.А. Еколого-економічні основи басейнового управління водними ресурсами / За заг. ред. П.І. Коваленка. – Дніпропетровськ: Зоря, 2006. – 480 с.

3. Гидроэнергетика и окружающая среда / Под общ. ред. Ю. Ландау, Л. Сиренко. Монография. – К. : Либра, 2004. – 484 с.

4. Материалы по типизации рек Украинской ССР / Н.Й. Дрозд. – К. : Изд-во АН УССР, 1953. – 349 с.

5. Экологические основы природопользования / [Н.П. Грицан, Н.В. Шпак, Г.Г. Шматков, А.Г. Шапарь и др.] ; под ред. Н.П. Грицан. – Днепропетровск: ИППЭ НАН Украины, 1998. – 409 с.

6. Дем'янов В.В. До витоків річок // Свята справа: еколого-краєзнавчий часопис. – 2010. – № 3-4. – С.10-14.

7. Евграшкина Г.П. Влияние горнодобывающей промышленности на гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия территорий / Г.П. Евграшкина. – Днепропетровск: Монолит, 2003. – 200 с.

8. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / [Романенко В.Д., Жукинський О.П., Окснюк О.П. та інші.]. – К. : Символ-Т. – 1998. – 28 с.

9. Перелік методик вимірювань (визначень) складу та властивостей проб об'єктів довкілля, викидів, відходів і скидів, допущених до використання Мінекоресурсів України : Введено 03.11.2003. – К. – 2003. – 37 с.

10. СанПиН № 4630-88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. – М. : Минздрав СССР, 1988. – 69 с.

11. Буданов М.Ф. Требования к качеству оросительных вод / М.Ф. Буданов // Водное хозяйство. – 1965. – Вып. 1. – С. 38-56.

12. Морозов В.В. Еколого-меліоративні умови природокористування на зрошуваних ландшафтах України: Навчальний посібник / В.В. Морозов, Л.М. Грановська – Київ-Херсон : Айлант, 2003. – 208 с.

*Стаття надійшла до редколегії 10.09.2013 р. українською мовою.
Стаття рекомендована членом редколегії д-ром геол. наук О.К. Тяпкіним.*

Н.Н. ХАРИТОНОВ*, Л.Б. АНИСИМОВА**

** Днепропетровский государственный аграрный университет, г. Днепропетровск, Украина*

***Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины,
г. Днепропетровск, Украина*

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БАСЕЙНА РЕКИ ДНЕПР В ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Водохозяйственный комплекс Днепропетровской области характеризуется значительным техногенным загрязнением вследствие деятельности предприятий горно-металлургической отрасли. Необходимо неотложное внедрение обратных циклов повторного использования воды на промышленных предприятиях области. Отнесение бассейна рек Самара и Ингулец к водным объектам рыбохозяйственной категории водопользования на сегодняшний день связано с экологическими рисками. Уровень минерализации средних и малых рек достигает 2-6 г/л. Это в 2-5 раз больше по сравнению с засолением воды реки Орель, поскольку она находится на значительном расстоянии от разработок полезных ископаемых.

Ключевые слова: водохозяйственный комплекс, малые реки, экосистема бассейна Днепра, поверхностные воды, комплексный экологический индекс, ирригационная оценка воды, токсичные вещества.

M.M. KHARITONOV*, L.B. ANISIMOVA**

**Dnipropetrovsk State Agrarian University, Dnipropetrovsk, Ukraine*

***Institute for Nature Management Problems and Ecology of National Academy
of Sciences of Ukraine, Dnipropetrovsk, Ukraine*

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF SURFACE WATERS QUALITY FOR DNIPRO RIVER BASIN IN DNIPROPETROVSK REGION

Water economic complex in Dnipropetrovsk region is characterized by considerable technogenic pollution caused with mining-metalurgical branch. It is necessary to incorporate recycling to repeat water using in the industrial enterprises of region. Identification such water objects as Samara and Ingulets river to status of commercial fishing object is connected with ecological risks. The level of mineralization in the small and middle rivers runs up to 2-6 g/l. This is more than 2-5 times higher, as compared with salinization of water in the Orel river, since it is located at large distance from the areas of mining operations.

Keywords: water management system, small rivers, the ecosystem of the Dnieper basin, surface water, comprehensive environmental index, irrigation water assessment, toxic substances.