



Original researches

Ecological Assessment of Water Quality of Samotkan River in the Area of Polymetallic Ores Mining

Received: 10 December 2018
Revised: 25 December 2018
Accepted: 26 December 2018

M. M. Kharytonov, M. H. Babenko, S. A. Sytnyk, K. P. Maslikova
Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Dnipro State Agrarian and Economic University, Serhii Efremov Str., 25, Dnipro, 49600, Ukraine

Tel.: +38-097-345-62-27
E-mail: kharytonov.m.m@dsau.dp.ua, mkaterina@ukr.net

Cite this article: Kharytonov, M. M., Babenko, M. H., Sytnyk, S. A., & Maslikova, K. P. (2019). Ecological assessment of water quality of Samotkan river in the area of polymetallic ores mining. *Agrology*, 2(1), 22-26. doi: 10.32819/2617-6106.2018.14013

Abstract. The industrial enterprise for the extraction of polymetallic ores Vilnohirskiy Mining and Metallurgical Integrated Works (MMIW) has assumed the responsibility for the removal and sewage treatment of industrial and communal significance. An essential part of the total wastewater discharge enters into the Samotkan river from the largest waste dump called as Skazhena ravine. Sludge setting tank in Skazhena ravine is located on the left bank of the Samotkan river. Kamianske reservoir is a receiving water of debalance wastewater of the plant according to the current permit for special water use, issued for the Vilnohirskiy MMIW. The discharge of waste water from the storage tank into the Skazhena ravine is carried out in the sanitary protection zone of Verkhniodniprovskiy and Aulskiy water intakes. The site of the water object, which is the release of wastewater from the reservoir in the Skazhena ravine is located within the boundaries of the settlement of the city of Verkhniodniprovsk. The tail farm in the Skazhena ravine is a place of waste depository, which are formed at the enriching plant in the process of developing the Malyshevskiy deposit of polymetallic ores. The chemical composition of the Samotkan river is formed under the influence of surface run-off and groundwater run-off, a drainage inflow from the Kamianske reservoir, evaporation of water from swamps, bodies of water, and discharges from the sludge setting tanks (reservoirs) of the Vilnohirskiy MMIW. Comparison of the calculation data of complex pollution with established by means fishery maximum permissible concentrations showed that the water of the Dnipro river at the place of its sampling in the Verkhniodniprovskiy water intake was estimated as "moderately polluted". But, taking into account the requirements for communal needs, water is characterized as "pure". The concentration of substances in the return water does not exceed the maximum permissible concentrations in the conditions of communal use of the water object. Changing the channel of the Samotkan river, transformation of several beams into slime tanks, and dumping the quarry waters in Kamianske water storage is a challenge for urgent search of the optimal technologies for solving these problems.

Keywords: waste water; beam; hydrochemical conditions; pollution; environmental monitoring; ecological index.

Екологічна оцінка якості води річки Самоткань у районі видобутку поліметалічних руд

M. M. Харитонов, М. Г. Бабенко, С. А. Ситник, К. П. Маслікова
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Анотація. Індустріальне підприємство з видобутку поліметалічних руд Вільногірський гірничо-металургійний комбінат (ГМК) прийняло на себе відповідальність про відвід та очищення скидних вод промислового та комунально-побутового значення. Суттєва частка загального скиду стічних вод надходить у річку Самоткань з найбільшого шламосховища у балці Скажена. Шламосховище у балці Скажена розташоване на лівому березі річки Самоткань. Кам'янське водосховище є водоприймачем дебалансних стічних вод відповідно до чинного дозволу на спеціальне водокористування для Вільногірського гірничо-металургійного комбінату. Скид стічних вод з накопичувача в балку Скажена здійснюється в зонах санітарної охорони Верхньодніпровського і Аулського водозаборів. Ділянка водного об'єкта, на якому випускають стічні води з накопичувача в балку Скажена, розташована в межах населеного пункту міста Верхньодніпровськ. Кінцеве сховище у балці Скажена є місцем сховища відходів, які формуються на збагачувальному комбінаті в процесі розробки Малишевського родовища поліметалічних руд. Хімічний склад води річки Самоткань формується під впливом поверхневого і підземного стоків, дренажного притоку з Кам'янського водосховища, випаровування води з боліт, водойм, скидів зі шламосховищ Вільногірського ГМК. Порівняння даних розрахунку комплексного забруднення з встановленими рибогосподарчими ГДК показало, що вода річки Дніпро за місцем її відбору у Верхньодніпровському водозаборі оцінюється як "помірно забруднена". Але з урахуванням вимог до комунально-побутових потреб вода характеризується як "чиста". Концентрація речовин у зворотних водах не перевищує ГДК в умовах

комунально-побутового використання водного об'єкта. Зміна русла річки Самоткань, перетворення декількох балок у шламосховища, скидання кар'єрних вод у Кам'янське водосховище є викликом для невідкладного пошуку оптимальних технологій вирішення цих проблем.

Ключові слова: скидні води; балка; гідрохімічні умови; забруднення; моніторинг довкілля; екологічний індекс.

Вступ

Розвиток промислових підприємств у природно-економічному регіоні Придніпров'я і пов'язане з цим утворення індустріальних і міських агломерацій у сполученні з інтенсивними способами виробництва в аграрному секторі негативно впливають на природу, порушують екологічну рівновагу, що складалася століттями (Gritsan et al., 1998; Sytnyk et al., 2012; Shapar, 2014). В умовах сьогодення зміни в рослинному покриві визначаються не ходом природного розвитку, а господарською діяльністю людини (Goncharuk & Milyukin, 1999). І більш того, нормальне функціонування біогеоценологічного покриву порушується аеротехногенним забрудненням та скидами стічних вод підприємств (Shapar & Skrupnyk, 2013). Підкреслимо, що масштаби впливу негативних факторів непомірно збільшуються.

Порушення природних гідрохімічних умов у гірничодобувних районах пов'язано здебільшого з надходженням до відкритих водних об'єктів підземних високомінералізованих дренажних, шахтних та кар'єрних вод (Yevgrashkina, 2003). У такий спосіб у басейні Дніпра сформувалися великі осередки забруднених підземних вод, зокрема, в районах видобутку залізної руди в Кривбасі, марганцевої руди – в Нікопольському та Томаківському районах, кам'яного вугілля – в Павлоградському районі, уранової руди – в місті Жовті Води (Shapar, 2014; Kulikova et al., 2018). Розпочатий у 60-ті роки минулого століття інтенсивний видобуток поліметалічних руд спричинив відчутні негативні зміни в гідрогеологічному стані підземних, ґрунтових і поверхневих вод Верхньодніпровського району Дніпропетровської області (Shapar, 2014; Lysenko, 2017). У зоні шкідливого впливу останні 45 років перебуває і річка Самоткань. Отже, екологічна оцінка якості води річки в районі дії Вільногірського ГМК є надзвичайно потрібною, а дослідження – вельми актуальними. Згідно з Водною Рамковою Директивою ЄС 2000/60/ЄС та стандартом EN 14614:2004/OP, послідовність дій щодо виконання оцінки екологічного стану поверхневих вод передбачає такі кроки:

- визначення екорегіону та типу водного об'єкта;
- оцінку специфіки поверхневих вод на основі систем типізації водних об'єктів відповідного типу;
- виділення основних типів біотопів у водному об'єкті;
- аналіз порушення гідроморфологічних характеристик, притаманних водному об'єкту чи його частині;
- визначення еталонних умов та еталонного стану біотичних компонентів водного об'єкта;
- порівняння значень досліджених показників якості поверхневих вод з відповідними показниками в еталонних (референтних) умовах.

Відомо, що екологічна оцінка якості поверхневих вод передбачає дослідження співвідношення аніонів і катіонів, аналіз трофо-сапробіологічних показників та визначення вмісту речовин токсичної дії (Romanenko, 2006). Віднесення басейну деяких середніх річок Дніпропетровської області, які перебувають під шкідливим впливом розробок корисних копалин, до водних об'єктів рибогосподарської категорії водокористування сьогодні пов'язано з екологічними ризиками (Kharytonov & Anisimova, 2013). Наше дослідження мало на меті провести екологічну оцінку впливу шламосховища в балці Скажена на стан води в річці Самоткань.

Матеріал і методи досліджень

Площа лісів і лісосмуг (в основному штучного походження) в басейні річки Самоткань Верхня становить 23,3 км² (8,4 %), боліт – 3,9 км² (1,4 %); Самоткань Нижня – відповідно 7,2 км² (12,0 %) і 0,6 км² (1,0 %). Зарегульованість ставками незначна, в басейні Самоткані Верхньої розташовано 11 ставків площею водного дзеркала 11 га і об'ємом 360 тис. м³ (усі вони у верхів'ях балок). Першотравенське Верхове водосховище площею водного дзеркала 160 га і об'ємом 4,3 млн м³ знаходиться в центрі басейну, дещо ближче до його гирлової частини. Шламосховища, відстійники стоків займають площу 5,4 км², техногенно порушені території (діючі і відпрацьовані кар'єри) – 7,6 км². У басейні Самоткані Нижньої налічується 4 невеликих ставки площею 10 га і об'ємом 410 тис. м³, а також ставок-відстійник стічних вод Верхньодніпровського крохмале-патокового комбінату площею 34 га і об'ємом 2,0 млн м³ (табл. 1).

Таблиця 1. Гідрологічні показники сучасного стану річки Самоткань

Показник	Сучасний стан річки		
	Самоткань Верхня	Самоткань Нижня	усього
Площа басейну, га	279	60	339
Довжина русла, км	39,5	10,1	-
Довжина найбільшого водотоку в басейні, км	39,5	15,0	-
Звивистість русла, км	1,12	1,17	-
Площа лісів і лісосмуг, га	23,3	7,2	30,5
Площа боліт, км ²	3,9	0,6	4,5
Середня витрата води, м ³ /км	-	0,42	-
Модуль стоку, л/с/км	-	7,0	-

Найбільші притоки Самоткані Верхньої: балка Рибкіна–Дубова – 9,5 км; балка Скажена–Мовчанівка–Крута – 8,7 км. Загальна довжина річкової мережі 57,7 км, густина річкової мережі 0,21 км/км². Балково-яружна мережа дуже розгалужена, її загальна довжина 129 км. Сумарна довжина річкової і балково-яружної мережі 187 км, густина – 0,67 км/км².

Постійна течія по Самоткані Верхній починається в місці злиття балок Саржанська і Берестова, на 34,5 км від гирла, нижче якого русло і заплава заболочені. Русло замулене, заросле рогозом, очеретом. Рівень води піднявся місцями вище рівня заплави. Нижче села Боровківка заплава являє собою суцільне болото шириною 500–700 м, серед якого знайти русло річки майже неможливо. Єдине відкрите плесо залишилося поблизу села Новогригорівка, де долина вузька і рівень води далі підтримується замуленим руслом. Нижче Верхнього водосховища русло нагадує штучний скидний канал, який переважно знаходиться без води: течія тут спостерігається лише під час повеней і дощових паводків, 1–3 рази на рік. У меженний період Верхнє водосховище міліє на 1,0–1,5 м, площа водного дзеркала його зменшується майже на 100 га; територія заросла очеретом, бур'янами, стоять усохлі дерева. Практично всі балки – притоки річки – сухі, без постійного водотоку.

Самоткань Нижня має довжину 10,1 км. Її найбільша притока – балка Римова-Восеводівська, має довжину 9,7 км, площу басейну 38,8 км². Довжина річкової мережі 20,1 км, густина річкової мережі 0,34 км/км². Балкова мережа налічує ще 4 балки довжиною 17,8 км, густина річкової і балково-яружної мережі – 0,63 км/км².

Постійна течія спостерігається по всій довжині Самоткані Нижньої. Русло річки і заплава заболочені, площа боліт перевищує 0,6 км². Пригирлова ділянка русла вздовж м. Верхньодніпровськ і через Римський Ліс розчищена. Після всіх змін, яких зазнала Самоткань з боку людини, гідрологічний режим річки значно трансформований. Природний гідрологічний режим по Самоткані Верхній зберігся тільки вище Верхнього водосховища на водозбірній площі 205 км². Нижче водосховища стік у меженний період відсутній.

По Самоткані Нижній спостерігається постійний стік води, основу якого становить велике підземне живлення з боку водозбірного басейну, з долини Самоткані Верхньої і з боку Кам'янського водосховища. За даними обліку перекачаної води польдерною насосною станцією, середньобагаторічна витрата її в гирлі річки за 1968–2004 рр. становила 0,42 м³/с, середній модуль стоку з водозбірної площі 60 км² – 7,0 л/с/км², річний шар стоку 225 мм. Ці показники перевищують середні дані по регіону в декілька разів. Таку картину можна обґрунтувати тим, що підземний басейн живлення Самоткані Нижньої значно більший, ніж поверхневий, і охоплює весь басейн Самоткані Верхньої, верхів'я річки Мокра Сура та праву частину басейну річки Домоткань.

Скидні води шламосховищ Вільногірського ГМК являють собою суміш генетично неоднорідних стічних вод. Вони складаються з господарсько-побутових вод комбінату міста Вільногірськ та інших підприємств, у тому числі промислових вод, що надходять по зливовій каналізації та з поверхневого стоку водозбору балки Скажена, який майже цілком акумулюється шламосховищем, що знаходиться на лівому березі річки Самоткань. Відповідно до чинного дозволу на спеціальне водокористування для Вільногірського ГМК водоприймачем дебалансних стічних вод комбінату є Кам'янське водосховище. Випуск стічних вод з накопичувача в балку Скажена здійснюється в межах 3-го поясу зони санітарної охорони Верхньодніпровського і Аульського водозаборів. Ділянка водного об'єкта, на якому здійснюється випуск стічних вод з накопичувача в балку Скажена, розташована в межах населеного пункту міста Верхньодніпровськ. Шламове господарство в балці Скажена є місцем складування відходів, які утворюються на збагачувальній фабриці в процесі розробки Малишевського родовища.

Використана в даній роботі методика оцінки якості поверхневих вод (Romanenko, 2006) є основою для аналізу даних гідрохімічного контролю, одержання інформації про стан водного об'єкта.

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

- 1) сольовий склад;
- 2) трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні);
- 3) речовини токсичної дії.

Комплексний екологічний індекс (KEI або I_e) розраховується за формулою:

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

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

Комплексний екологічний індекс (KEI) – узагальнена числова оцінка якості вод за сукупністю показників, котра визначається відповідно до класів і категорій якості вод (табл. 2).

Таблиця 2. 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
KEI	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 річки Мокра Сура оцінено згідно зі значеннями гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин для водойм рибогосподарського призначення (ГДКр.г.) і для водойм культурно-побутового користування (ГДКк.п.).

Розрізняють індекси за окремими групами показників, блокові індекси та інтегральний (комплексний) екологічний індекс. Відповідно до значень KEI виділяють класи і категорії якості вод за ступенем їхньої чистоти (забруднення):

- I клас 1 категорія – дуже чисті;
- II клас 2 категорія – чисті, 3 категорія – помірковано забруднені;
- III клас 4 категорія – забруднені, 5 категорія – брудні;
- IV клас 6 категорія – дуже брудні;
- V клас 7 категорія – надзвичайно брудні.

Результати

Хімічний склад води річки Самоткань формується під впливом поверхневого і підземного стоків, дренажного притоку з Кам'янського водосховища, випаровування води влітку в болотах і водоймах, скидів шламосховищ Вільногірського ГМК. Засолення поверхневих вод невелике – 1200–1240 мг/дм³. Тип води за хімічним складом: сульфатно-гідрокарбонатно-кальцієво-натрієва в річці Самоткань Верхня, гідрокарбонатно-сульфатно-натрієво-кальцієва або кальцієво-натрієва – в нижній частині. Досліджене джерело з неогенових пісків сарматського ярусу, що розташоване на правому березі річки, поблизу села Боровківка, має воду з мінералізацією 788 мг/дм³, хлоридно-гідрокарбонатно-натрієво-кальцієвого складу і може бути віднесене до води високої питної якості.

Порівняльний аналіз фактичних даних KEI та факторних індексів I_a , I_b , I_c для встановлення класу та категорії якості стічних вод на початку, всередині та наприкінці скиду зі шламосховища в балці Скажена свідчить про неоднаковий характер їх розподілу (табл. 3). Тобто для деяких токсичних речовин найбільше фактичне значення характерне всередині скиду (нафтопродукти), а для деяких – на початку (аніони SO_4^{2-} та Cl^-).

Таблиця 3. Значення KEI та факторних індексів стічних вод із шламосховища Вільногірського ГМК

№ створу	Пункт гідрохімічного контролю	I_e		Факторні індекси (для I_e)				Речовина	Клас і категорія якості води
		I_{e1}	I_{e2}	I_a	Іон	I_b	I_c		
1	Початок скиду зі шламосховища	2,0	3,2	SO_4^{2-}	0,9	XСК	2	Нафтопродукти Fe(зар.)	II кл. 3 кат.
		0,6	0,3	Cl ⁻	1,0	БСК ₅	0,4		II кл. 2 кат.
2	Середина скиду	4,4	3,0	SO_4^{2-}	0,3	XСК	10	Нафтопродукти Fe(зар.)	III кл. 5 кат.
		0,8	0,3	Cl ⁻	1,3	БСК ₅	0,7		II кл. 2 кат.
3	Кінець скиду зі шламосховища	2,8	1,7	SO_4^{2-}	0,7	XСК	6	Нафтопродукти Mn ²⁺	III кл. 4 кат.
		0,9	0,2	Cl ⁻	0,4	БСК ₅	2,1		II кл. 2 кат.

Таблиця 4. Значення комплексного екологічного індексу води річки Дніпро в контрольному створі, фоновій (до скиду) і фактичній (скидні води) концентрації

№ створу	Пункт гідрохімічного контролю	$\frac{Ie_1}{Ie_2}$	Факторні індекси (для Ie)					Речовина	Клас і категорія якості води
			Ia	Іон	Ib	K	Ic		
1	До скиду	0,8	0,4	SO_4^{2-}	1,8	ХСК	0,1	Fe(заг.)	II кл. 2 кат.
		1,7	0,1	Cl ⁻	0,7	БСК ₅	4,2	Марганець	II кл. 3 кат.
2	Скидні води	3,4	3,2	SO_4^{2-}	0,9	ХСК	6	Нафтопродукти	III кл. 4 кат.
		0,6	0,3	Cl ⁻	1,3	БСК ₅	0,1	Fe(заг.)	II кл. 2 кат.
3	500 м нижче за течією	3,1	2,5	SO_4^{2-}	1,1	ХСК	5,7	Нафтопродукти	III кл. 4 кат.
		0,8	0,3	Cl ⁻	1,1	БСК ₅	0,9	Fe(заг.)	II кл. 2 кат.

Таблиця 5. Значення комплексного екологічного індексу води Кам'янського водосховища і стічних вод у шламосховищі Вільногірського ГМК (2010 р.)

№ створу	Пункт гідрохімічного контролю	$\frac{Ie_1}{Ie_2}$	Факторні індекси (для Ie)					Речовина	Клас і категорія якості води
			Ia	Іон	Ib	K	Ic		
2010 рік									
1	Шламосховище	3,4	3,2	SO_4^{2-}	0,9	ХСК	6	Нафтопродукти	III кл. 4 кат.
		0,9	0,3	Cl ⁻	1,3	БСК ₅	1	СПАР	I кл. 2 кат.
2	Кам'янське водосховище	1,2	0,4	SO_4^{2-}	1,8	ХСК	1,3	Fe(заг.)	II кл. 3 кат.
		0,3	0,1	Cl ⁻	0,7	БСК ₅	0,1	СПАР	II кл. 2 кат.
2014 рік									
3	Шламосховище	3,1	2,7	SO_4^{2-}	0,6	ХСК	9	Cu ²⁺	III кл. 4 кат.
		1,7	3,2	Mg ²⁺	0,9	БСК ₅	1,0	Нафтопродукти	II кл. 3 кат.
4	Кам'янське водосховище	2,1	0,4	SO_4^{2-}	1,8	ХСК	4,2	Mn ²⁺	II кл. 3 кат.
		1,1	0,3	Mg ²⁺	1,8	ХСК	-	-	II клас 2 кат.

Далі визначаємо комплексний екологічний індекс. Згідно з проведеними розрахунками, пріоритетними забруднювачами по трьох точках є нафтопродукти, іони заліза й марганцю. Отже, за більш жорсткими вимогами до виробничих ГДК стічні води оцінюються як “забруднені” та “брудні”.

На наступному етапі була зроблена екологічна оцінка якості стічних вод перед їх скидом у річку Дніпро нижче місця розташування Верхньодніпровського водозабору і отримані остаточні розрахункові дані зі значеннями факторних індексів, класу та категорії забруднення (табл. 4). З огляду на отримані дані, вода річки Дніпро суттєво забруднена скидними водами на відстані 500 м нижче за течією. Здебільшого вплив скиду відчувається під час порівняння концентрації аніонів сульфатів та хлору, а також кількості нафтопродуктів. За класом і категорією забруднення вода річки Дніпро на відстані 500 м нижче за течією та скидні води не відрізняються. Залишається сподіватися надалі, що нижче за течією відбуватиметься ефект розбавлення забруднюючих речовин.

Крім постійного скиду кар'єрних вод, на комбінаті існує категорія дебалансних вод, які є додатковим джерелом підпитки річки Дніпро і за походженням належать до іншого гідрогеологічного горизонту.

Як бачимо з розрахунків комплексного екологічного індексу води, у фоновому створі Кам'янського водосховища пріоритетними забруднювачами виступають нафтопродукти, СПАР та іони заліза (табл. 5).

За значенням КЕІ відносно ГДКр.г. вода зі шламосховища оцінюється як “брудна”. Результати зіставлення даних значень комплексного екологічного індексу води Кам'янського водосховища і стічних вод шламосховища Вільногірського ГМК за 2010 та 2014 роки підтвердили, що ситуація за п'ять років не змінилася. Оцінка скидної води – “брудна”. Разом з тим наголосимо, що якість води річки Дніпро нижче скиду залишилася на рівні оцінки II класу.

Обговорення

Виходячи з наведених даних визнаємо, що сьогоднішня організація видобутку корисних копалин в Україні поставила гірничо-збагачувальні комбінати та шахти перед пошуком нових рішень відновлення стану водних об'єктів у районах розробок щодо відкачування, накопичування та скидання підземних вод у відкриті водойми, складування шламів у спеціально обладнаних дамбах тощо (Shapar et al., 2012; Yevgrashkina, 2003). Досі кар'єрні води скидають у річки, прилеглі до місць видобутку руди, без використання технологій знесолення. Засолені стоки розбавляють водою річки Дніпро, що відбирається з побудованих каналів Дніпро–Донбас (Dem'janov, 2013), Дніпро–Кривий Ріг (Kharytonov & Anisimova, 2013). Інша ідея 80-х років минулого століття – скидати високомінералізовані підземні води Кривбасу безпосередньо в Чорне море (Biliaiev et al., 2013) – залишилася нереалізованою, оскільки вимагала проведення процедури оцінки впливу вкрай засолених кар'єрних стоків на стан гідробіоценозів у береговій смузі акваторії, а отже і порівняння хімічного складу кар'єрних й морських вод та більш глибокої екотоксикологічної оцінки.

Накопичення шламів у дамбах на основі балок створило на довгі роки кризову ситуацію, пов'язану з порушенням рівня підземних вод, підтопленням та розвитком подальших процесів засолення ґрунтів. Зрозуміло, що зроблені на основі моніторингу екологічної якості води річки Самоткань розрахунки комплексного екологічного індексу можуть знадобитися під час визначення комплексу заходів, пом'якшуючих негативний вплив розробок поліметалічних руд на довкілля.

Висновки

Хімічний склад води річки Самоткань формується під впливом поверхневого і підземного стоків, дренажного притоку з

Кам'янського водосховища, випаровування води з боліт, водойм, зі скидів шламосховищ Вільногірського ГМК. За рівнем мінералізації поверхневих вод річка Самоткань наближається до стану річок лісостепової зони (1200–1240 мг/дм³).

Пріоритетними забруднювачами води річки Самоткань є нафтопродукти та іони заліза і марганцю. Після потрапляння в річку скидних вод з балки Скажена за значенням КЕІ вода стає непридатною для ведення рибного господарства, тобто набуває категорії “забруднена”.

Розрахунок комплексного екологічного індексу води свідчить про те, що води річки Дніпро за місцем їх відбору у Верхньодніпровському водозаборі характеризуються як “чисті”. Після потрапляння в річкову воду скидних вод з балки Скажена за значенням КЕІ вода з урахуванням рибогосподарчих ГДК віднесена до категорії “забруднена”. Однак з урахуванням вимог до комунально-побутових потреб скидні води з балки Скажена оцінюються як “чисті”.

Концентрація речовин у зворотних водах не перевищує ГДК в умовах комунально-побутового використання водного об'єкта.

References

- Biliaiev, M. M., Kirichenko, P. S., & Kharytonov, M. M. (2013). Numerical simulation of the sea pollution for the case of mine waters discharge. In A. Veziroglu & M. Tsitskishvili (Eds.), *NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security* (315–324). Springer, Dordrecht. doi: [10.1007/978-94-007-6152-0_26](https://doi.org/10.1007/978-94-007-6152-0_26)
- Dem'janov, V. V. (2013). Dejaki proektni rishennja shhodo mozhyvosti ozdorovlennja r. Dnipro v mezhah m. Dnipropetrovsk [Some possibilities of design solutions on rehabilitation of the Dnieper River within Dnipropetrovsk]. *Ecology and Nature Management: Collection of scientific works of Institute of Problems on Nature Management and Ecology of the NAS of Ukraine*, 16, 100–112 (in Ukrainian).
- Goncharuk, V. V., & Milyukin, M. V. (1999) Evaluation of contamination level of Dnieper river basin by organic and inorganic toxicants. In P. Baveye, J. C. Block & V. V. Goncharuk (Eds.), *Bioavailability of Organic Xenobiotics in the Environment. NATO ASI Series (Series 2: Environment)*, 64 (35–56). Springer, Dordrecht. doi: [10.1007/978-94-015-9235-2_2](https://doi.org/10.1007/978-94-015-9235-2_2)
- Gritsan, N. P., Shpak, N. V., Shmatkov, G. G., Shapar, A. G., Babiy, A. P., Dolgova, T. I., Nesterenko, V. V., & Fedotov, V. V. (1998). *Ekologicheskiye osnovy pryrodo-popolzovaniya* [Ecological base of nature using]. IPPE NAS Ukraine, Dnipropetrovsk (in Russian).
- Kharytonov, M. M., & Anisimova, L. B. (2013). *Ekologichna ocinka jakosti poverhnevyyh vod basejnu richky Dnipro u Dnipropetrovskij oblasti* [Ecological assessment of surface waters quality for Dnipro river basin in Dnipropetrovsk region]. *Ecology and nature using*, 17, 75–86 (in Ukrainian).
- Kulikova, D. V., Kovrov, O. S., Buchavy, Y. V., & Fedotov, V. I. (2018). GIS based Assessment of the Assimilative Capacity of Rivers in Dnipropetrovsk Region. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 27(2), 274–284 doi: [10.15421/111851](https://doi.org/10.15421/111851)
- Lysenko, O. A. (2017). *Rozsypni rodovyshha Ukrainy. Stan osvovjennja ta perspektyvy naroshhuvannja i'hn'ogo potencialu* [Placer deposits of Ukraine. Status of development and prospects for building their capacity]. *Collection of scientific issues UkrSSR*, 3, 74–90 (in Ukrainian).
- Romanenko, V. D. (2006). *Metody gydre-kologichnykh doslydzhen poverhnevyyh vod* [Methods of environmental assessment of surface water quality according to the relevant criteria]. LO-GOS, Kyiv (in Ukrainian).
- Shapar, A. G. (2014). *Rol' jekosistemy vodosbornogo bassejna r. Dnipro v obespechenii kachestva zhizni i zdorov'ja naselenija Ukrainy* [Role of ecosystem of reservoir basin of the Dnieper river for ensuring life standards and population's health in Ukraine]. *Profilactic medicine journal*, 19(2), 123–129. doi: [10.26641/2307-0404.2014.2.28460](https://doi.org/10.26641/2307-0404.2014.2.28460)
- Shapar, A. G., & Skrypnyk, O. O. (2013). *Vplyv vodoshovyshh na stan vodnyh resursiv basejnu r. Dnipro* [Impact of reservoirs on water resources in the Dnieper River Basin]. *Ecology and nature management*, 17, 49–57 (in Ukrainian).
- Shapar, A. G., Skrypnyk, O. O., & Smetana, S. M. (2012). *Systematyzacija zadach naukovogo zabezpechennja perevodu terytorii' basejnu r. Dnipro do stalogo funkcionuvannja ta obg'runtuvannja pidhodiv do i'hn vyrishennja* [Systematization of problems for scientific providing of the transition of the Dnieper River Basin to the sustainable functioning]. *Ecology and nature management*, 15, 12–22 (in Ukrainian).
- Sytnyk, S., Kharytonov, M., Vagner, A., Lovinskaya, V., Rabich, E., & Ilyashenko, N. (2012). *Ecological and Hydrogeological Assessment of Ukrainian Part of the Azov Sea Basin*. In V. Lagutov (Eds.), *Environmental Security in Watersheds: The Sea of Azov. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security* (95–106). Springer, Dordrecht. doi: [10.1007/978-94-007-2460-0_4](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2460-0_4)
- Yevgrashkina, G. P. (2003). *Vlijanie gornodobyvajushhej promyshlennosti na gidrogeologicheskie i pochvenno-meliorativnye uslovija territorij* [Impact of mining industry at hydrogeological and soil-meliorative conditions of territories]. *Monolit, Dnepropetrovsk* (in Russian).