

УДК 622.5:504.4.054

Д.В. КУЛІКОВА

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ ВУГЛЕДОБУВНОГО РЕГІОНУ ЗА КОМПЛЕКСОМ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОДИ

***Анотація.** Визначено якісний стан та рівень екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів, що перебувають під впливом скиду забруднених шахтних вод, на прикладі підприємств вугільної промисловості Західно-Донбаського регіону, комплексним методом оцінки якості води. Встановлено залежність рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневій водоймі від комплексу гіdroхімічних показників якості води.*

***Ключові слова:** забруднення поверхневих водойм, шахтні води, гіdroхімічні показники, якість води, екологічна безпека.*

Постановка проблеми

Погіршення стану водних ресурсів у техногенно навантажених регіонах в останні десятиріччя є однією з найважливіших екологічних проблем. Незважаючи на величезну роль поверхневих водойм у багатьох процесах, що відбуваються у навколишньому середовищі, їх сучасний стан оцінюється як «критичний».

Внаслідок інтенсивного використання людством водних ресурсів відбуваються кількісні і якісні зміни гідросфери. На сьогодні в країні зовсім не залишилося поверхневих водойм, які за рівнем забрудненості води та екологічним станом можна було б віднести до категорії «дуже чисті» або «чисті».

Вагомий внесок у забруднення водних екосистем здійснюють скиди шахтних вод вугледобувних підприємств, що призводить до підвищення рівня екологічної небезпеки природно-територіальних комплексів. Внаслідок різкого погіршення якості води у водних об'єктах, які перебувають під впливом скиду шахтних вод підприємств вуглевидобутку, природні водойми втрачають здатність до самоочищення.

Басейн річки Самара є одним з найбільш екологічно напружених районів України. У Західно-Донбаському регіоні, на прикладі якого були проведені подальші дослідження, розташовано 10 діючих вугледобувних підприємств. Забруднені шахтні води, що утворюються в процесі вуглевидобутку, перекачуються до ставків-накопичувачів і після відстоювання скидаються в поверхневі води р. Самара. Надмірне техногенне навантаження протягом останніх десятиріч призвело до катастрофічного виснаження та забруднення басейну річки Самара. Більшість водних об'єктів басейну не придатна для питного водопостачання, рибного господарства, відпочинку населення та використання в сільськогосподарських цілях.

У сучасний період загострення багатьох екологічних проблем, пов'язаних із забрудненням природних вод, особливого значення набувають питання дослідження якості водних ресурсів. Проблема оцінки якості поверхневих вод сьогодні є актуальною не лише для екологів, але й для широкого кола споживачів води, і вимагає постійної уваги у зв'язку зі зростаючим

антропогенним навантаженням на водні об'єкти. Вивчення екологічного стану природних вод має важливе значення для наукових досліджень і практичних потреб, оскільки дає змогу раціонально використовувати водні об'єкти та забезпечити їхню охорону від забруднення.

Мета роботи

Визначення якісного стану та рівня екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів, що перебувають під впливом скиду шахтних вод, наприкладі підприємств вугільної промисловості Західного Донбасу, та встановлення залежності рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в прилеглі поверхневі водойми від комплексу гідрохімічних показників якості води.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

На більшості промислових підприємств, включаючи вугільні шахти, контроль якості забруднених вод, які скидаються в поверхневі водойми, проводиться за комплексом гідрохімічних показників, що визначаються, виходячи з аналізу процесів, внаслідок яких утворюються стічні води.

Найпоширенішим методом оцінки рівня забрудненості води є порівняння гідрохімічних показників якісного стану поверхневих водойм з нормами граничнодопустимої концентрації (ГДК) для цих речовин з урахуванням категорії призначення водного об'єкта в певний проміжок часу. З кожним роком зростає кількість інгредієнтів і показників якості досліджуваної води, збільшується число хімічних речовин, до яких пред'являються нормативні вимоги. Однак на здоров'я людини і на задоволення її життєвих потреб впливають не стільки окремі хімічні речовини, скільки комплекс сполук, що одночасно присутні у воді. Тому важливо оцінювати якісний стан поверхневих водойм та рівень їхньої екологічної безпеки не тільки за окремими забруднюючими речовинами, але й за їх комплексами.

Комплексний метод оцінки якості води базується на використанні декількох гідрохімічних показників. При наявності у воді ряду забруднюючих речовин, що мають комбіновану дію, сума перевищення ГДК за кожним гідрохімічним показником не повинна бути більше одиниці, тобто повинна виконуватися умова $\sum_{i=1}^n C_i / ПДК_i \leq 1$.

Для характеристики якісного стану поверхневих водойм та рівня їхньої екологічної безпеки зазвичай використовують індекси якості, які встановлюються на підставі експериментальних досліджень, теоретичних розрахунків або спеціальної експертизи. Відомі також методи комплексної оцінки об'єктів навколишнього середовища за набором різних показників [1–3]. У тому числі, запропоновано цілий ряд методик для комплексної оцінки якості води за гідрохімічними показниками [4–6].

Запропоновані методики для комплексної оцінки якості поверхневих вод як багатокomпонентної системи дозволяють стискувати обсяг вихідної інформації, оперувати з великими масивами даних, а також задовольняють вимогам адекватності, масовості, результативності та детермінованості.

Сучасні методи комплексної оцінки якісного стану поверхневих вод численні та різноманітні. Це обумовлено завданнями оцінки, кількістю та якістю вихідної інформації, способами узагальнення аналітичного матеріалу та цілою низкою інших чинників. Загальноприйнятого методу комплексної оцінки забрудненості поверхневих водних об'єктів не існує. Тому з великої кількості запропонованих на сьогодні методів потрібно вибирати той, що краще за інші відповідає поставленим цілям і завданням дослідження.

Викладення основного матеріалу

Аналіз якісного стану поверхневих вод басейну річки Самара, яка перебуває під впливом скиду шахтних вод, на прикладі підприємств вугільної промисловості Західного Донбасу, виконувався на основі офіційних систематичних даних спостережень у 2001 і 2014 роках лабораторією аналітичного контролю та моніторингу поверхневих вод Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області [7, 8].

Серед пунктів спостереження за якісним станом та рівнем екологічної безпеки поверхневих вод басейну річки Самара на території промислової зони Західно-Донбаського регіону було обрано наступні ділянки: I – р. Самара, на вході в промислову зону Західно-Донбаського регіону; II – р. Самара, нижче скиду зі ставка-накопичувача шахтних вод в балці Косьмінна; III – р. Самара, вище скиду зі ставка-накопичувача шахтних вод в балці Свидовок; IV – р. Самара, нижче скиду зі ставка-накопичувача шахтних вод в балці Свидовок; V – р. Самара, на виході з промислової зони Західно-Донбаського регіону.

Дослідження якісного стану та рівня екологічної безпеки поверхневих вод р. Самара, що перебуває під впливом скиду забрудненої шахтної води, на прикладі підприємств вугільної промисловості Західного Донбасу, проводилося комплексними методами, що викладено нижче.

1. Дослідження рівня екологічної безпеки поверхневих водойм Західно-Донбаського регіону за речовинами з однаковою лімітуючою ознакою шкідливості, зокрема за органолептичною ЛОШ [9].

Для контролю якісного стану поверхневих вод за речовинами з однаковою ЛОШ використовується сума коефіцієнтів концентрацій за ГДК компонентів, які визначаються за формулою:

$$K_p = \sum_i \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (1)$$

де C_i – фактична середньорічна концентрація i -тої забруднюючої речовини у воді, мг/дм³; $ГДК_i$ – гранична допустима концентрація i -тої забруднюючої речовини у воді для водного об'єкта відповідної категорії призначення (річка Самара відноситься до водойм культурно-побутового призначення), мг/дм³.

За значеннями сумарного коефіцієнта (K_p) концентрацій за ГДК компонентів з однаковою ЛОШ оцінюється ступінь і рівень екологічної безпеки забруднення поверхневих водойм токсичними елементами в залежності від класу небезпеки кожної забруднюючої речовини (табл. 1).

Таблиця 1 – Класифікація якісного стану поверхневих водойм за ЛОШ компонентів води

Рівень екологічної безпеки забруднення води токсичними елементами:		Ступінь екологічної безпеки забруднення води	Значення коефіцієнта K_p
I, II класу небезпеки	III, IV класу небезпеки		
мінімальний		безпечний	< 1
високий	низький	потенційно небезпечний	1–10
дуже високий	високий	небезпечний	10–100
дуже високий	дуже високий	особливо небезпечний	> 100

До нормативних гідрохімічних показників, які впливають на органолептичні властивості води, відносять каламутність (наявність завислих речовин), вміст хлоридів, сульфатів, заліза, нафтопродуктів, марганцю. Перелічені показники відносяться до хімічних елементів III–IV класу небезпеки, тому ступінь і рівень екологічної безпеки забруднення самарської води на території промислової зони Західного Донбасу, внаслідок скиду забрудненої шахтної води, оцінювалися безпосередньо для цих речовин.

Результати розрахунків значень коефіцієнта K_p за органолептичною ЛОШ, а також ступінь і рівень екологічної безпеки забруднення поверхневих водойм Західно-Донбаського регіону представлені на рис. 1.

Встановлено, що в результаті підвищеного вмісту хімічних речовин, які впливають на органолептичні властивості води, поверхневі водойми на території промислової зони Західного Донбасу відносяться до категорії «небезпечних» з «високим» рівнем екологічної безпеки забруднення води токсичними елементами, що враховуються при оцінці. Слід зазначити, що отримані значення коефіцієнта K_p в 2014 році практично на всіх досліджуваних ділянках р. Самара істотно нижче (в 1,1–3,7 раза), в порівнянні з 2001 роком.

2. Дослідження рівня екологічної безпеки поверхневих водойм Західно-Донбаського регіону за інтегральним гідрохімічним показником – індексом забруднення води [10].

Особливість гідрохімічних показників полягає в тому, що вони пов'язані з присутністю у воді розчинених хімічних речовин. Вони, як правило, не можуть бути визначені за допомогою органів чуття. Тому для оцінки рівня екологічної безпеки поверхневих водойм можна використовувати комплексний показник якісного стану води – гідрохімічний індекс забруднення води (ІЗВ). Цей індекс є типовим адитивним коефіцієнтом і являє собою середню частку перевищення ГДК за строго лімітованим числом індивідуальних інгредієнтів та обчислюється за формулою:

$$ІЗВ = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i}, \quad (2)$$

де n – число показників, що застосовуються для розрахунку індексу.

ІЗВ, як правило, розраховують за гідрохімічними показниками, які найчастіше перевищують величину ГДК. Викликано це тим, що забруднення

води може бути обумовлено перевищенням ГДК однією-двома речовинами, а вміст інших, у порівнянні з ними, незначний, і внаслідок усереднення можна отримати занижені значення ІЗВ. Тому для усунення цього недоліку необхідно враховувати саме пріоритетні забруднювачі.

Для подання якості води у вигляді єдиної оцінки гідрохімічні показники обираються незалежно від ЛОШ. Однак при рівності відносних концентрацій перевага віддавалася речовинам, які мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості.

Категорія якості та клас екологічної безпеки води оцінюється за шкалою, відповідно до значень ІЗВ, що наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Класифікація якісного стану поверхневих водойм в залежності від значення ІЗВ

Категорія якості води	Значення <i>ІЗВ</i>	Клас екологічної безпеки води
Дуже чисті	до 0,2	I
Чисті	0,2–1,0	II
Помірно забруднені	1,0–2,0	III
Забруднені	2,0–4,0	IV
Брудні	4,0–6,0	V
Дуже брудні	6,0–10,0	VI
Надзвичайно брудні	>10,0	VII

Якісний стан самарської води в межах промислової зони Західного Донбасу за ІЗВ оцінювався за сімома гідрохімічними показниками, фактичний вміст яких перевищував їх ГДК, а саме: вміст завислих речовин, хлоридів, сульфатів, сухого залишку, заліза, марганцю і нафтопродуктів. Результати розрахунків індексу ІЗВ і оцінки якісного стану поверхневих вод р. Самара на території промислової зони Західно-Донбаського регіону представлені на рис. 1.

За отриманими значеннями індексу ІЗВ встановлено, що і в 2001, і в 2014 роках поверхневі водойми на досліджуваних ділянках р. Самара відносяться до категорії «забруднених». Незважаючи на це, до 2014 року якісний стан поверхневих вод р. Самара дещо поліпшився. У середньому значення індексу ІЗВ за розглянутий період часу зменшилися в 1,2–1,5 раза.

3. Дослідження рівня екологічної безпеки поверхневих водойм Західно-Донбаського регіону за їх хімічним складом за допомогою величин узагальненої функції бажаності (УФБ) [11].

Функції бажаності являють собою спосіб переведення натуральних значень концентрацій забруднюючих речовин в єдину безрозмірну числову шкалу з фіксованими межами. При цьому граничні значення функції, наприклад 0 і 1, відповідають градаціям «погано – добре». Ця функція розраховується за формулою середнього геометричного зваженого набору дійсних чисел ($d_1, d_2, \dots, d_n$) з речовими вагами ($\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n; \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$) і визначається як

$$D = \sqrt[n]{\left(\prod_{i=1}^n (d_i^{\alpha_i})^{\beta_i} \right)} = \sqrt[n]{d_1^{\alpha_1 \beta_1} \cdot d_2^{\alpha_2 \beta_2} \cdot \dots \cdot d_n^{\alpha_n \beta_n}}, \quad (3)$$

де n – число гідрохімічних показників, які застосовувалися при розрахунку; d_i – приватна функція бажаності; α і β – вагові коефіцієнти, $K = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot \beta_i$. При цьому ваговий коефіцієнт α_i – коефіцієнт, що враховує клас небезпеки i -тої забруднюючої речовини, β_i – коефіцієнт, що враховує перевищення середнього фактичного значення концентрації i -тої забруднюючої речовини над його нормативним значенням (ГДК).

Розрахунок приватної функції бажаності (d_i) здійснюється за формулою:

$$d_i = \frac{2 \cdot (x_i \cdot x_{норм})}{x_i^2 + x_{норм}^2}, \quad (4)$$

де x_i – середнє фактичне значення концентрації i -тої забруднюючої речовини за досліджуваний період спостереження, мг/дм³; $x_{норм}$ – гранично допустима концентрація (нормативне значення) i -тої забруднюючої речовини для водного об'єкта відповідної категорії призначення, мг/дм³.

Розрахунок УФБ проводять за всіма гідрохімічними показниками (інгредієнтами), що характеризують якісний стан води.

Введення в формулу вагового коефіцієнта α дозволяє враховувати ступінь небезпечності забруднюючої речовини, що скидається зі стічними водами, яка визначається його класом небезпеки. Причому коефіцієнт α є величиною, зворотною значенню класу небезпеки речовини (табл. 3).

Для ряду показників не встановлені значення класу небезпеки, зокрема для завислих речовин, рН, БСК₅, ХСК. Для них коефіцієнт α встановлюється наступним чином: у разі, коли середнє значення фактичної концентрації не перевищує величини ГДК, приймається $\alpha = 0,25$. Якщо середнє фактичне значення перевищує допустиме, приймається $\alpha = 1$. Введення коефіцієнта α у формулу як показника ступеня приватної функції бажаності d_i змінює її значення таким чином: чим більше значення коефіцієнта α , тим менше величина приватної функції бажаності, а отже, тим меншим буде очікуваний скид даної забруднюючої речовини у водний об'єкт.

Таблиця 3 – Значення коефіцієнта α для речовин I–IV класів небезпеки

Клас небезпеки забруднюючої речовини	Значення вагового коефіцієнта α
I	1
II	0,5
III	0,33
IV	0,25

Ваговий коефіцієнт β дозволяє врахувати рівень перевищення фактичного вмісту певного гідрохімічного показника над його допустимим значенням і визначається за формулою:

$$\beta_i = \frac{x_i}{x_i^{дон}}, \quad (5)$$

де x_i – середнє значення фактичної концентрації i -тої забруднюючої речовини, мг/дм³; x_i^{don} – допустиме значення i -тої забруднюючої речовини (величина ГДК_i або норматив) для водного об'єкта відповідної категорії призначення, мг/дм³.

Введення коефіцієнта β у формулу як показника ступеня приватної функції бажаності d_i впливає на неї таким чином: при його збільшенні значення приватної функції бажаності знижується і, отже, здійснюється більший внесок в зниження УФБ.

Кваліфікаційна оцінка якісного стану поверхневих вод, що заснована на значеннях УФБ і задана в інтервалі [0–1], може бути здійснена за категоріями якості, діапазони яких обрані з використанням функції бажаності Харрінгтона та наведені в табл. 4.

Таблиця 4 – Категорії якості поверхневих водойм за значенням УФБ

Категорія якості води	Значення узагальненої функції бажаності D	Клас екологічної безпеки води
Дуже чиста	0,99	I
Чиста	0,99–0,80	II
Помірно забруднена	0,80–0,63	III
Забруднена	0,63–0,37	IV
Брудна	0,37–0,20	V
Дуже брудна	0,20–0,01	VI

Дана методика дозволяє провести більш жорстку комплексну оцінку хімічної небезпеки поверхневих водойм за єдиною безрозмірною шкалою, ніж, наприклад, традиційно використовуваний індекс забрудненості води – ІЗВ.

Оцінка рівня екологічної безпеки поверхневих вод р. Самара на території промислової зони Західного Донбасу за допомогою величин УФБ проводилася на основі приватних функцій бажаності за вмістом речовин I–IV класу небезпеки. Зокрема, – вмістом: хлоридів, сульфатів, сухого залишку, нафтопродуктів, азоту амонійного, нітритів, заліза, марганцю, міді, цинку, нікелю, хрому, кобальту, величин БСК_п і ХСК, а також за наявністю у воді завислих речовин. Результати розрахунків величин УФБ і оцінка якісного стану поверхневих вод р. Самара на території промислової зони Західно-Донбаського регіону представлені на рис. 1.

За отриманими величинами УФБ встановлено, що поверхневі води р. Самара в 2001 році віднесено до категорії «помірно забруднених» – на вході і виході з промислової зони, і «забруднених» – на інших ділянках спостереження. До 2014 року значення величин УФБ збільшилися в 1,1–1,5 рази. При цьому якість самарської води на досліджуваній території була оцінена як «помірно забруднена». Винятком залишилася ділянка р. Самара нижче скиду зі ставка-накопичувача шахтних вод в балці Свидівок (точка IV), де якісний стан води так і продовжує належати до категорії «забруднена».

4. *Дослідження рівня екологічної безпеки поверхневих водойм Західно-Донбаського регіону за комплексним екологічним коефіцієнтом.* Дослідження проводилося за допомогою графічного методу, в основі якого лежить складання так званої модель-карти якісного стану води і визначення на її підставі величин комплексного екологічного коефіцієнта $K_{екв}$ [12].

Графічна модель якісного стану води являє собою кругову діаграму зі шкалами-радіусами, що відповідають певним гідрохімічним показникам. Ціна поділки кожного радіуса дорівнює максимальному значенню фактичної концентрації показника, який визначає придатність води для певного виду водокористування, тобто гранично допустимої концентрації забруднюючої речовини у воді (або його нормативного значення).

Графічна модель складається з двох діаграм, одна з яких представляє собою коло з одиничним радіусом, а друга – багатокутник з кількістю вершин, що дорівнює кількості гідрохімічних показників, які враховуються при оцінці. Границя кола є границею екологічного оптимуму, тобто такого екологічного стану водної системи, коли вміст усіх забруднюючих речовин, які враховуються при складанні графічної моделі, не перевищує ГДК (тобто виконується умова $\sum_{i=1}^n C_i / ПДК_i \leq 1$).

На підставі побудованої діаграми розраховується сумарний екологічний коефіцієнт якісного стану води ($K_{екв}$) за формулою:

$$K_{екв} = \frac{F_{\phi}}{F_{опт}}, \quad (6)$$

де F_{ϕ} – площа багатокутника, яка обмежується фактичними значеннями концентрацій гідрохімічних показників, що враховуються при складанні графічної моделі, $см^2$; $F_{опт}$ – площа кола (екологічного оптимуму), $см^2$.

Отримані значення $K_{екв}$ порівнюють зі шкалою (табл. 5) та встановлюють рівень екологічної безпеки забруднення поверхневих водойм.

Таблиця 5 – Класифікація якісного стану поверхневих водойм в залежності від значення комплексного екологічного коефіцієнта $K_{екв}$

Значення $K_{екв}$	Рівень екологічної безпеки забруднення води
< 1	допустимий
1–1,83	помірний
1,83–2,63	високий
> 2,63	дуже високий

На підставі даних про значення гідрохімічних показників, за якими величини кратності перевищення ГДК є найбільшими, а саме: наявність завислих речовин, хлоридів, сульфатів, сухого залишку, марганцю, заліза, нафтопродуктів, БСК_п, побудовано графічні моделі якісного стану самарської води на досліджуваних ділянках спостереження.

Результати розрахунків комплексного екологічного коефіцієнта $K_{екв}$, а також рівень екологічної безпеки забруднення поверхневих водойм на території Західного Донбасу представлені на рис. 1.

За отриманими значеннями комплексного екологічного показника $K_{екв}$ встановлено, що за розглянутий проміжок часу рівень екологічної безпеки поверхневих водойм на досліджуваних ділянках р. Самара, що перебуває під впливом скиду забрудненої шахтної води, оцінюється як "дуже високий". Однак, слід зазначити, що в 2014 році значення коефіцієнта $K_{екв}$ на всіх ділянках спостереження істотно знизилися (в середньому в 1,4–14,8 раза).

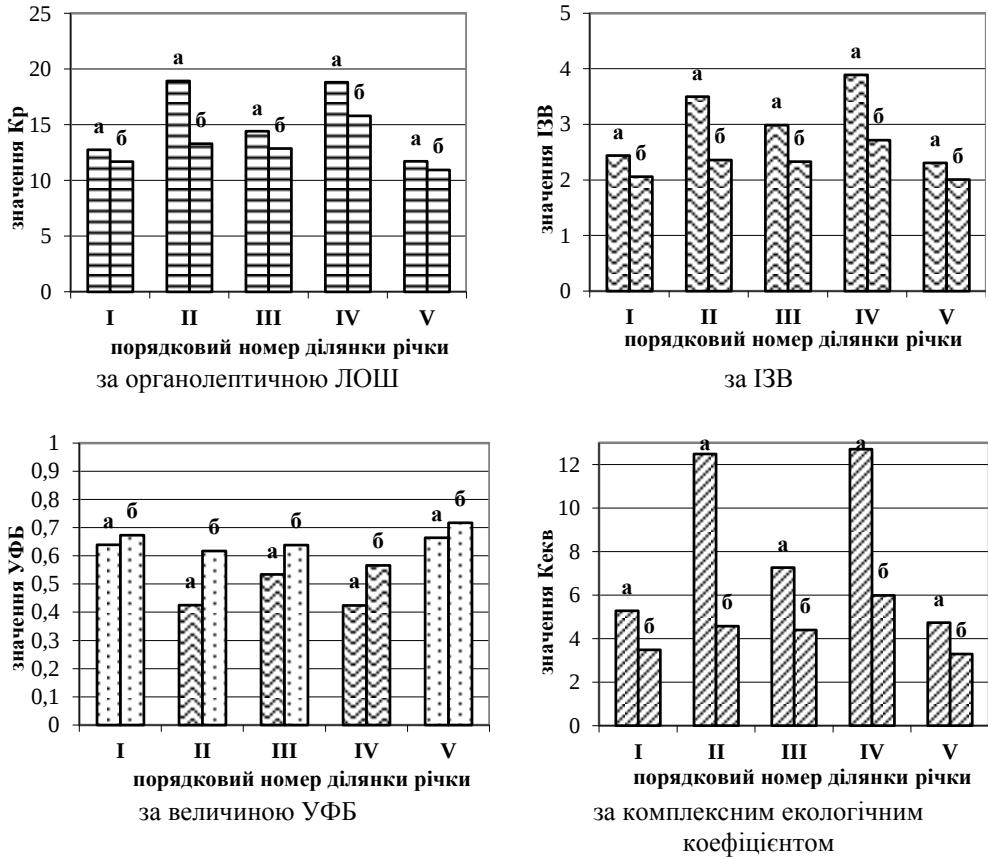


Рис. 1 – Динаміка зміни рівня екологічної безпеки поверхневих вод р. Самара, внаслідок скиду забрудненої шахтної води:
 якісний стан поверхневих вод: – забруднена; – помірно забруднена;
 рівень екологічної безпеки поверхневих вод: – дуже високий;
 – високий з небезпечним ступенем забруднення;
 а – 2001 рік; б – 2014 рік

Для узагальнення результатів дослідження рівня екологічної безпеки поверхневих вод р. Самара, внаслідок скиду забрудненої шахтної води, на прикладі вугледобувного регіону Західного Донбасу, комплексним методом оцінки якісного стану водойм за 2014 рік складено зведену табл. 6.

Аналіз даних табл. 6 дозволив установити залежність рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в р. Самара на території Західно-Донбаського регіону від комплексу гідрохімічних показників якості самарської води. Так, після скиду шахтної води в р. Самара зі ставків-накопичувачів (ділянки спостереження II і IV) рівень екологічної небезпеки збільшується в 1,1–1,4 раза, у порівнянні з ділянками річки, де скид забрудненої шахтної води істотно не впливає на її якість (ділянки спостереження I, III і V). Крім того, у водах р. Самара на виході з промислової зони Західно-Донбаського регіону спостерігається підвищення рівня екологічної безпеки в 1,3–1,8 раза за рахунок природних процесів самоочищення річки.

Таблиця 6 – Результати дослідження рівня екологічної безпеки поверхневих вод р. Самара, внаслідок скиду забрудненої шахтної води, на території Західного Донбасу комплексним методом оцінки якісного стану водойм

Найменування гідрохімічного показника якісного стану води	Кількісні та якісні значення гідрохімічних показників якісного стану води р. Самара на обраних ділянках спостереження:				
	I ділянка	II ділянка	III ділянка	IV ділянка	V ділянка
1. Органолептична ЛОШ:	11,69	13,3	12,87	15,8	10,94
- рівень екологічної безпеки	високий				
2. Інтегральний показник гідрохімічного забруднення води:	2,06	2,36	2,33	2,72	2,01
- категорія якості води	забруднена				
- клас безпеки забруднення води	IV				
3. Узагальнена функція бажаності:	0,673	0,617	0,638	0,566	0,717
- категорія якості води	помірно забруднена			забруднена	помірно забруднена
- клас безпеки забруднення води	III			IV	III
4. Комплексний екологічний коефіцієнт:	3,48	4,57	4,4	5,99	3,3
- рівень екологічної безпеки	дуже високий				

Висновки

Оцінка рівня екологічної безпеки поверхневих водойм, внаслідок скиду забрудненої шахтної води, на прикладі підприємств вугільної промисловості Західно-Донбаського регіону, комплексним методом оцінки якості води показала, що на всіх досліджуваних ділянках спостереження за розглянутий період часу (2001, 2014 роки) умова $\sum_{i=1}^n C_i / ПДК_i \leq 1$ не виконується. Це означає,

що рівень екологічної небезпеки поверхневих вод р. Самара продовжує залишатися досить високим, а її якість, звичайно, не відповідає вимогам існуючого водоохоронного законодавства, що підтверджується результатами досліджень гідрохімічного (екологічного) стану прилеглих водних об'єктів комплексним методом за допомогою різних показників і коефіцієнтів. Отримані результати підтверджують суттєвий вплив скиду забрудненої шахтної води на гідрохімічний склад річкової води.

Саме технології видобутку вугілля, що використовуються в Західному Донбасі, призвели до забруднення навколишнього середовища і, насамперед, до погіршення якості води в р. Самара та її притоках, що значно знижує рівень екологічної безпеки вугледобувного регіону. Зокрема, завислі речовини, що містяться в шахтній воді, за рахунок їхньої здатності адсорбувати важкі метали, відіграють істотну роль у забрудненні прилеглих водних об'єктів. Це робить воду р. Самара непридатною для господарсько-побутового і технічного водопостачання, а також вона втрачає своє рибогосподарське значення. Крім того, води р. Самара використовуються для зрошення сільськогосподарських угідь, що може негативно вплинути на стан наземних агроєкосистем і якість сільськогосподарської продукції. Хімічні речовини, що містяться в шахтній воді, змінюють не тільки склад

поверхневих водойм, але й представляють підвищену екологічну небезпеку для гідробіонтів і здоров'я населення.

Для підвищення рівня екологічної безпеки скиду забрудненої шахтної води у водойми шляхом видалення з неї грубодисперсних домішок на вугільних підприємствах України широко застосовуються горизонтальні відстійники. Ефективність їхньої роботи щодо видалення дисперсної фази, як правило, складає близько 30%. При цьому видаляються переважно грубі фракції, а майже всі дрібнодисперсні скидаються у водойми. Саме тому подальше підвищення ефективності очищення забрудненої шахтної води і, тим самим, підвищення рівня екологічної безпеки її скиду пов'язано з видаленням тонкодисперсних частинок. Але методи й технології, які використовуються наразі, не дозволяють це робити. Тому необхідно їх удосконалення в напрямку інтенсифікації процесу осадження найбільш дрібних завислих частинок і, як наслідок, підвищення рівня екологічної безпеки за рахунок скиду в поверхневі водойми високоосвітленої шахтної води.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Воробейчик Е.А. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем / Е.А. Воробейчик, О.Ф. Садыков, М.Г. Фарафонов – Екатеринбург: УИФ «Наука», 1984. – 280 с.
2. Новиков Ю.В. Оценка качества воды по комплексным показателям / Ю.В. Новиков, С.И. Плитман // Гигиена и санитария. – 1984. – № 11. – С. 7–11.
3. Шитиков В.К. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения: в 2-х книгах / В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг, Т.Д. Зинченко – М.: Наука, 2005. – 2 кн.
4. Зинченко Т.Д. Методологический подход к оценке экологического состояния речных систем по гидрохимическим и гидробиологическим показателям / Т.Д. Зинченко, Л.А. Выхристюк, В.К. Шитиков // Изв. Самар. НЦ РАН. – 2000. – Т. 2. – № 2. – С. 233–244.
5. Интегральная оценка экологического состояния водных объектов по гидрохимическим и гидробиологическим показателям / Д.Б. Гелашвили [и др.]. // Изв. Самар. НЦ РАН. – 2002. – Т. 4. – № 2. – С. 270–276.
6. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод / С.І. Сніжко. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 262 с.
7. Звіт про стан навколишнього середовища в Дніпропетровській області за 2001 рік. – Дніпропетровськ: Державне управління екологічної безпеки в Дніпропетровській області, 2002. – 127 с.
8. Экологический паспорт Днепропетровской области [Електронний ресурс] / під ред. Р.О. Стрілець. – Дніпропетровськ: Департамент екології та природних ресурсів облдержадміністрації, 2015. – 229 с.
9. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10. – К.: Офіційний вісник України, 2010. – № 51. – С. 100–129.
10. Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод. – М.: Госкомгидромет СССР, 1986. – 5 с.
11. Применение обобщенной функции желательности для оценки экологической обстановки на объектах разного масштаба: город, регион / Д.Б. Гелашвили [и др.]. // Проблемы региональной экологии. – 2009. – № 2. – С. 83–87.
12. Малі річки України: довідник / за ред. А.В. Яцика – К.: Урожай, 1991. – 296 с.

Стаття надійшла до редакції 21.09.2016