

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-29-02>

УДК(UDC): 504.4.054

**О. В. БІРЮКОВ**, канд. географ. наук, доц.,

Директор коледжу

e-mail: [alexbirukov@ukr.net](mailto:alexbirukov@ukr.net) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3486-5569>

Харківський природоохоронний фаховий коледж ОДЕКУ,

вул. Кооперативна, 10, м. Харків, 61003, Україна

## ГІДРОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ЗМІН ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ ОСКІЛ

**Мета.** Гідрохімічний аналіз динаміки змін якості поверхневих вод річки Оскіл.

**Методи.** Порівняння гідрохімічних показників з нормами гранично допустимих концентрацій (ГДК). Для визначення критерію якості води взяті ГДК для рибогосподарських водойм. Загальну оцінку якості вод визначено методами: індексу забруднення води (ІЗВ), модифікованого ІЗВ та питомого комбінаторного індексу забруднення води (КІЗ).

**Результати.** На основі індексу забрудненості води визначено, що річка відповідає від категорії «дуже чиста» до «помірно забруднена». Індекс забруднення води річки Оскіл свідчить, що верхня течія відповідає II класу «чиста», але біля м. Куп'янськ якість води погіршується до III класу «помірно забруднена», а далі за течією знову стає II класу «чиста». За методикою питомого комбінаторного індексу забруднення води, вода річки оцінюється від «дуже чистої» до «помірно забрудненої». У воді РН змінювався у межах з 6,08 – 9,27. Загальна жорсткість води змінювалась у межах 10,0 – 2,8 ммоль/дм<sup>3</sup>. Рівень кисню вказує на прийнятний стан води на більшості ділянок. Сполуки, концентрація яких найчастіше перевищує ГДК для всіх постів спостережень, це: хром 6+, марганець, мідь, нафтопродукти. Інші сполуки також можуть перевищувати ГДК у деяких постах та роках спостережень, включаючи залізо заг., сульфати, цинк 2+, нітрити, кобальт, феноли та БСК<sub>5</sub>.

**Висновки.** У якості води річки Оскіл виявлені значні варіації концентрацій хімічних елементів на різних ділянках. Індекс забруднення води р. Оскіл за розрахунками ІЗВ мод. показує, що в більшості випадків за всі роки спостережень річка відповідає III класу «помірно забруднена». Зміна показника КІЗ вздовж р. Оскіл свідчить, що рівень забруднення річки є низьким на всій її довжині і вона переважно залишається під впливом незначного антропогенного впливу.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** якість води, річка Оскіл, індекс забруднення води, питомий комбінаторний індекс

**Як цитувати:** Бірюков О. В. Гідрохімічний аналіз динаміки змін якості поверхневих вод річки Оскіл. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Екологія»*. 2023. Вип. 29. С. 17 – 25. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-29-02>

**In cites:** Biryukov, O. V. (2023). Hydrochemical analysis of surface water quality dynamics in the Oskil river. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series «Ecology»*, (29), 17 - 25. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-29-02> (in Ukrainian)

### Вступ

Вивчення якості поверхневих вод має велике значення з екологічної, економічної та соціальної точок зору. Забруднення води може мати негативний вплив на екосистему річки, включаючи рибний фонд та інші водні організми. Крім того, забруднена вода може бути небезпечною для людського здоров'я при використанні в питному режимі. Також,

забруднення води може призвести до зниження якості ґрунту та вплинути на сільське господарство. Тому вивчення якості поверхневих вод є важливою задачею.

В даний час, дослідження гідрохімічного режиму поверхневих вод є актуальною темою, оскільки вода є одним з найважливіших ресурсів для життя. Річка Оскіл, найбі-

© Бірюков О. В., 2023



This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

льша притока р. Сіверський-Донець, є одним з основних джерел питної води сходу України, а також, її води, використовуються для зрошення сільськогосподарських угідь та промислових потреб. Однак, через людську діяльність, військову агресію росії її стан погіршується. Тому важливо проводити гідрохімічний аналіз для вивчення динаміки змін якості поверхневих вод. Визначення якості води р. Оскіл допоможе при встановленні екологічних збитків завданих військовою агресією росії [1].

Дослідження гідрохімічного режиму вод у басейні річки Сіверський Донець проводились у різні роки. Комплексне, фундаментальне, дослідження води басейну річки, проведене в УкрНИГМИ, за редакцією М.С. Каганером в кінці 60-х років минулого століття [2]. Сучасні дослідження екологічного та гідрохімічного режиму в басейні річки Сіверський Донець проводились О. М. Крайнюковим [3, 4], А.В. Гриценко, О.Г. Васенко [5, 6], Г. В. Коробковою [7], В. І. Осадчим, Н. М. Осадчою, О. О. Ухань [8, 9].

Головними джерелами забруднення поверхневих вод у басейні річки Оскіл є міські очисні споруди стічних вод, підприємства хімічної галузі, вугільні шахти та інші підприємства. Кількісні показники скидів стічних вод у басейн вказане у роботі [10]. В межах Харківської області за розрахунками виносу забруднюючих речовин в водотоки басейну р. Оскіл з поверхневим стоком з сільськогосподарських угідь та з урбанізованих територій, мають значний вплив дифуз-

ні джерела забруднення на якісний стан водних об'єктів [10].

Дослідження якості поверхневих вод у басейні р. Оскіл показує, що за максимальним значенням показників загальний екологічний індекс вказує про погіршення якості води за екологічним станом до оцінки «задовільна» та за ступенем чистоти як «слабко забруднена». Також визначено, що основними лімітуючими показниками погіршення якості води, є біогенні речовини, такі як нітрати, нітрити, фосфати [11,12].

Річка Оскіл починає свій шлях на Середньоросійській височині, у балці села Погоже, Курської області, Російської Федерації. Вона тече у північно-південному напрямку через Білгородську область, РФ та перетинає кордон з Україною біля села Тополя. Потім річка проходить через Харківську область і впадає у річку Сіверський Донець з лівого берега поблизу села Синичине на відстані 580 км від гирла. Загальна довжина річки Оскіл становить 436 км, площа водозбору - 14680 км<sup>2</sup>, загальне падіння - 125,8 м, а загальний ухил - 0,29 ‰. У межах України протяжність річки Оскіл складає 182 км, а площа її басейну - 3687 км<sup>2</sup> [13].

Метою дослідження є гідрохімічний аналіз динаміки змін якості поверхневих вод річки Оскіл. Дослідження передбачає аналіз концентрацій хімічних елементів у пробах води з різних ділянок річки та визначення основних хімічних параметрів, що впливають на якість води.

### Методи дослідження

В роботі використані результати гідрохімічних досліджень поверхневих вод Сіверсько-Донецького басейнового управління водних ресурсів (СД БУВР) [14]. Моніторинг якості води р. Оскіл включав спостереження за гідрохімічними показниками на постах р. Оскіл: 1 – Пост (176 км), с. Тополі, (кордон з Росією); 2 – Пост (157 км), смт. Дворічне, (не функціонує); 3 – Пост (112 км), нижче міста Куп'янськ, міст; 4 – Пост (11 км), Оскільське вдсх., н/б'єф; 5 – Пост с. Оскіл, гирло [15].

Програма моніторингу на постах хімічної лабораторії СД БУВР велася за речовинами: алюміній, азот амонійний, залізо, магній, мідь, кадмій, кобальт, марганець, нікель, нітрати, нітрити, ртуть, СПАР, сульфати, феноли, хлориди, хром<sup>6+</sup>, цинк<sup>2+</sup>,

хром<sup>3+</sup>, ХСК, кальцій, фосфати, нафтопродукти, сухий залишок, сульфід, хром, взв. р-ни, Ph, б/п, жорсткість, прозорий., кольоровість, температура, розчин.О<sub>2</sub>, сум.в-актив, сторон 90 вод, окис. перман., лужність, амоній сол..

Для оцінки якості поверхневих вод р. Оскіл були використані методи порівняння гідрохімічних показників з нормами гранично допустимих концентрацій (ГДК) [16-18]. Для визначення критерію якості води взяті ГДК для рибогосподарських водойм [19]. На першому етапі досліджень було проведено збір, систематизацію та обробку наявної початкової гідрохімічної інформації щодо якості води річки Оскіл.

Загальну оцінку якості вод визначено методами: індексу забруднення води (ІЗВ),

модифікованого  $IЗВ$  та питомого комбінаторного індексу забруднення води ( $KIЗ$ ) [16,17].

Індекс забруднення води оцінює якість води за шістьма показниками. Використовують дві схеми розрахунку: звичайну та модифіковану. При розрахунку  $IЗВ$  використовується:  $O_2$ ,  $BCK_5$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_2^-$ , нафтопродукти, феноли.  $IЗВ$  модифікований включає дві обов'язкові концентрації це  $BCK_5$  та  $O_2$ , а чотири інші підбираються по відношенню їх концентрації до  $ГДК$  [16,17].

Формула розрахунку  $IЗВ$ :

$$IЗВ = \frac{1}{6} \sum \left( \frac{C_i}{ГДК_i} \right), \quad (1)$$

де  $C_i$  – середнє значення концентрації  $i$  показника;

$ГДК_i$  – гранично допустима концентрація  $i$  показника.

Оцінка якості води здійснюється за такими класами: ( $IЗВ \leq 0,3$ ), I – «дуже чиста»; ( $0,3 < IЗВ \leq 1$ ) II – «чиста»; ( $1 < IЗВ \leq 2,5$ ), III – «помірно забруднена»; ( $2,5 < IЗВ \leq 4$ ), IV – «забруднена»; ( $4 < IЗВ \leq 6$ ), V – «брудна»; VI – дуже брудна ( $6 < IЗВ \leq 10$ ); ( $IЗВ > 10$ ), VII – «надзвичайно брудна»

При оцінці якості води за  $KIЗ$  використовується триступенева класифікація [16,17]. Початковий ступінь класифікації заснований на встановленні міри стійкості забруднення (повторюваності  $K$  перевищення  $ГДК$ )

$$K_i = S_{ГДК_i} / S_i, \quad (2)$$

де  $S_{ГДК_i}$  – кількість результатів аналізу, де вміст  $i$ -го інгредієнта більш його  $ГДК$ ;

$S_i$  – загальне кількість результатів аналізу  $i$ -го інгредієнта.

На другому етапі визначаємо ступінь забруднення, мірою якого є кратність  $P$  перевищення  $ГДК$

$$P_i = C_i / ГДК_i. \quad (3)$$

За таблицями класифікації визначаються бали (табл. 1, табл. 2).

Розраховують узагальнені оцінки якості води (табл. 3) по кожному з інгредієнтів при отриманні першого і другого ступенів класифікації води

На третьому етапі класифікації,  $KIЗ$  розраховується як складання узагальнених оціночних балів  $E_i$  по усіх  $n$  показниках

$$KIЗ = \sum E_i. \quad (4)$$

На основі величини комбінаторного індексу забрудненості ( $KIЗ$ ) здійснюється заключний етап класифікації. Так як величина  $KIЗ$  залежить від кількості врахованих інгредієнтів, то встановлена градації якості води відносно її придатності для використання здійснюється залежно від їх числа лімітуючих показників забруднення (ЛПЗ) (табл. 4) [16,17].

Таблиця 1

Класифікація води водних об'єктів за ознаками повторюваності випадків забрудненості  $K$  [16,17].

Table 1

Water classification of water bodies according to the signs of recurrence of pollution cases  $K$  [16,17].

| Повторюваність, % | Характеристика забруднення води | Часткові оціночні бали |                    |
|-------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------|
|                   |                                 | виражені умовно        | абсолютні значення |
| 0 ÷ 10            | одинична                        | a                      | 1                  |
| 10 ÷ 30           | нестійка                        | b                      | 2                  |
| 30 ÷ 50           | стійка                          | c                      | 3                  |
| 50 ÷ 100          | характерна                      | d                      | 4                  |

Таблиця 2

Класифікація води водотоків за рівнем забрудненості  $P$  [16,17]

Table 2

Water classification of watercourses according to the level of pollution  $P$  [16,17]

| Кратність перевищення нормативів | Характеристика рівня забруднення | Часткові оціночні бали |                    |
|----------------------------------|----------------------------------|------------------------|--------------------|
|                                  |                                  | виражені умовно        | абсолютні значення |
| 0 ÷ 2                            | низький                          | a <sub>1</sub>         | 1                  |
| 2 ÷ 10                           | середній                         | b <sub>1</sub>         | 2                  |
| 10 ÷ 50                          | високий                          | c <sub>1</sub>         | 3                  |
| 50 ÷ 100                         | дуже високий                     | d <sub>1</sub>         | 4                  |

Таблиця 3

Можливі варіації якісного стану води водотоків за окремими інгредієнтами та показниками забрудненості [16,17]

Table 3

Variations in the water quality of watercourses are possible according to individual ingredients and pollution indicators [16, 17]

| Комплексна характеристика стану забрудненості води водних об'єктів | Загальні оціночні бали |                    | Характеристика якості води водних об'єктів |
|--|------------------------|--------------------|--|
|  | виражені умовно        | абсолютні значення |  |
| Одинична забрудненість низького рівня                              | $a \times a_1$         | 1                  | слабо забруднена                           |
| Одинична забрудненість середнього рівня                            | $a \times b_1$         | 2                  | забруднена                                 |
| Одинична забрудненість високого рівня                              | $a \times c_1$         | 3                  | брудна                                     |
| Одинична забрудненість дуже високого рівня                         | $a \times d_1$         | 4                  | брудна                                     |
| Нестійка забрудненість низького рівня                              | $b \times a_1$         | 2                  | забруднена                                 |
| Нестійка забрудненість середнього рівня                            | $b \times b_1$         | 4                  | брудна                                     |
| Нестійка забрудненість високого рівня                              | $b \times c_1$         | 6                  | дуже брудна                                |
| Нестійка забрудненість дуже високого рівня                         | $b \times d_1$         | 8                  | дуже брудна                                |
| Стійка забрудненість низького рівня                                | $c \times a_1$         | 3                  | брудна                                     |
| Стійка забрудненість середнього рівня                              | $c \times b_1$         | 6                  | дуже брудна                                |
| Стійка забрудненість високого рівня                                | $c \times c_1$         | 9                  | дуже брудна                                |
| Стійка забрудненість дуже високого рівня                           | $c \times d_1$         | 12                 | неприпустимо брудна                        |
| Характерна забрудненість низького рівня                            | $d \times a_1$         | 4                  | брудна                                     |
| Характерна забрудненість середнього рівня                          | $d \times b_1$         | 8                  | дуже брудна                                |
| Характерна забрудненість високого рівня                            | $d \times c_1$         | 12                 | неприпустимо брудна                        |
| Характерна забрудненість дуже високого рівня                       | $d \times d_1$         | 16                 | неприпустимо брудна                        |

Таблиця 4

Класифікація якості води водних об'єктів за значенням КІЗ та ЛПЗ [16,17]

Table 4

Classification of water quality of water bodies according to the value of KPI and LIP [16,17].

| Клас якості води | Розряд класу якості | Характеристика забрудненості води | Величина КІЗ з урахуванням ЛПЗ |              |              |              |              |
|------------------|---------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                  |                     |                                   | без ЛПЗ                        | 1ЛПЗ (k=0,9) | 2ЛПЗ (k=0,8) | 3ЛПЗ (k=0,7) | 4ЛПЗ (k=0,6) |
| I                | –                   | Слабо забруднена                  | 1n                             | 0,9n         | 0,8n         | 0,7n         | 0,6n         |
| II               | –                   | Забруднена                        | 1n÷2n                          | 0,9n÷1,8n    | 0,8n÷1,6n    | 0,7n÷1,4n    | 0,6n÷1,2n    |
| III              | –                   | Брудна                            | 2n÷4n                          | 1,8n÷3,6n    | 1,6n÷3,2n    | 1,4n÷2,8n    | 1,2n÷2,4n    |
| III              | a                   | Брудна                            | 2n÷3n                          | 1,8n÷2,7n    | 1,6n÷2,4n    | 1,4n÷2,1n    | 1,2n÷1,8n    |
| III              | б                   | Брудна                            | 3n÷4n                          | 2,7n÷3,6n    | 2,4n÷3,2n    | 2,1n÷2,8n    | 1,8n÷2,4n    |
| IV               | a                   | Дуже брудна                       | 4n÷6n                          | 3,6n÷5,4n    | 3,2n÷4,8n    | 2,8n÷4,2n    | 2,4n÷3,6n    |
| IV               | б                   | Дуже брудна                       | 6n÷8n                          | 5,4n÷7,2n    | 4,8n÷6,4n    | 4,2n÷5,6n    | 3,6n÷4,8n    |
| IV               | в                   | Дуже брудна                       | 8n÷10n                         | 7,2n÷9,0n    | 6,4n÷8,0n    | 5,6n÷7,0n    | 4,8n÷6,0n    |
| IV               | г                   | Дуже брудна                       | 10n÷11n                        | 9,0n÷9,9n    | 8,0n÷8,8n    | 7,0n÷7,7n    | 6,0n÷6,6n    |

Лімітуючі показники забруднення (ЛПЗ) визначаються із загальної кількості урахуваних інгредієнтів і показників якості води водних об'єктів, що значно погіршують якість води до класу «недопустимо брудна». Якщо комплексна характеристика стану забрудненості води водних об'єктів для будь якої

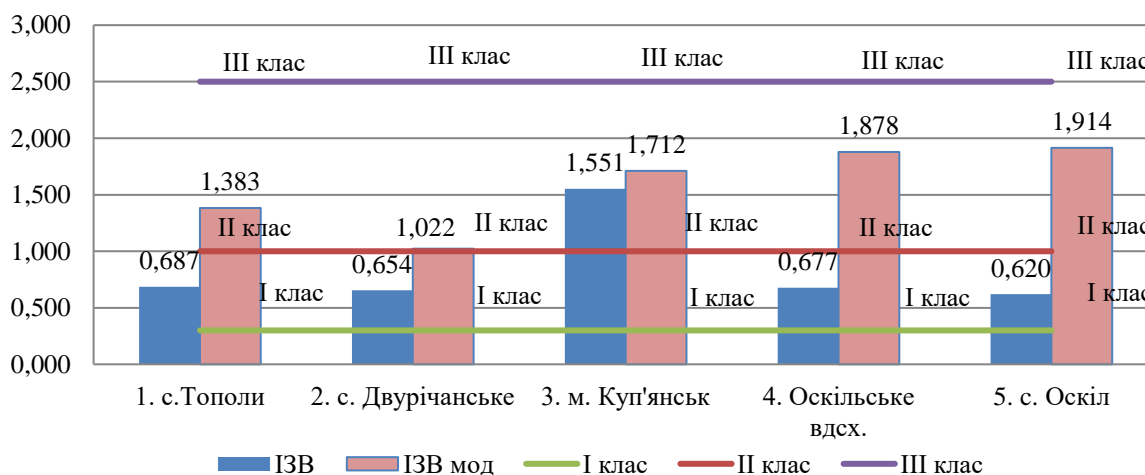
забруднюючої речовини визначається як «стійка дуже високого рівня» або «характерна високого» і «дуже високого рівня», то цю забруднюючу речовину відносять до лімітуючих показників забрудненості води. За таким інгредієнтом величина сумарного оціночного балу дорівнює чи може бути більше 11.

### Результати та обговорення

Спостереження, на посту моніторингу 1 (176 км, с. Тополи, міст, кордон з Росією), велися з 1993 по 2017 рр., відібрана та опрацьована 121 проба, у середньому 5 вимірів на рік. У воді рН змінювався у межах з 7,08 – 8,64, середньорічне 8,02. Загальна жорсткість води змінювалася у межах 9,2 – 3,2 ммоль/дм<sup>3</sup>, середньорічне 6,5 ммоль/дм<sup>3</sup>.

Визначені відповідно формули (1) *ІЗВ*, для середньорічних значень концентрацій

сполук, змінювалися у межах з 1,09 у 2007 р. по 0,30 у 2001 р., що відповідає I й II класу «дуже чиста» та «чиста» вода. Визначення *ІЗВ* за всі роки спостережень дорівнює 0,687, що також відповідає II класу «чиста» вода. Розрахунок *ІЗВ* проведено з урахуванням середньобагаторічної концентрації хімічних речовин. Головним забруднювачем є *нафтопродукти*, у 2007 р. їх концентрація в долях ГДК становила 2,25 (рис. 1).



**Рис. 1** – Зміни індексу забрудненості води по довжені р. Оскіл  
**Fig. 1** – Changes in the water pollution index along the length of the Oskil River

На другому пості 2 (157 км, смт. Дворічне) – період спостережень 1963, 1965, 1973-1988, 1992-2002 рр., відібрано та опрацьовано 120 проб, у середньому 4 виміри на рік. У воді рН змінювався у межах 6,08 – 8,90, середньорічне 7,92. Загальна жорсткість води змінювалася у межах 9,7 – 3,1 ммоль/дм<sup>3</sup>, середньорічне 6,68 ммоль/дм<sup>3</sup>.

Максимальне значення *ІЗВ* становить 1,14, викликано також перевищенням нафтопродуктів у 4,67 раз ГДК, спостерігалось у 2000 р., мінімальне значення 0,15 у 1965 р., що відповідає від I до II класу «дуже чиста» та «чиста» вода. *ІЗВ* за всі роки спостережень дорівнює 0,654, відповідає II класу «чиста» (рис. 1).

На третьому пості 3 (112 км, м. Куп'янськ, нижче міста, міст) – період спостережень 1965, 1980-1988, 1992-2008, 2010-2017 рр., відібрано та опрацьовано 66 проб, у середньому 4 виміри на рік. У воді рН змінювався у межах 6,80 – 8,79, середньорічне 7,93. Загальна жорсткість води змінювалася

у межах 9,4 – 3,4 ммоль/дм<sup>3</sup>, середньорічне 6,76 ммоль/дм<sup>3</sup>.

Максимальне значення *ІЗВ* 1,77 спостерігалось у 1981 р., мінімальне значення 0,32 у 1998 р., що відповідає від I до III класу «дуже чиста», «чиста» та «помірно забруднена» вода. На цьому пості забруднення *нафтопродуктами* почастишали, частота випадків та ступень перевищення вже становить 8,00 разів ГДК. *ІЗВ* за всі роки спостережень дорівнює 1,551, що відповідає III класу – «помірно забруднена».

На четвертому пості (11 км, Оскільське вдсх, н/б'єф;) – період спостережень 1992-2017 рр., відібрано та опрацьовано 267 проб, у середньому 12 вимірів на рік, тобто кожного місяця. У воді рН змінювався у межах 7,05 – 9,27, середньорічне 7,95. Загальна жорсткість води змінювалася у межах 8,5 – 3,1 ммоль/дм<sup>3</sup>, середньорічне 6,04 ммоль/дм<sup>3</sup>.

Максимальне значення *ІЗВ* 1,23 спостерігалось у 1999 році, мінімальне значення

0,22 у 1992 році, що відповідає від I до III класу «дуже чиста», «чиста» та «помірно забруднена» вода. *IЗВ* за всі роки спостережень дорівнює 0,677, що відповідає II класу «чиста». Відносно високі значення *IЗВ* викликані високими концентраціями *нітритів* та *нафтопродуктів*.

Спостереження, на 5 пості велися у періоди: 1980-1986, 1992-2008, 2010-2017 рр., відібрано та опрацьовано 240 проб, у середньому 12 вимірів на рік, тобто кожного місяця. У воді рН змінювався у межах 5,84 – 9,00, середньорічне 7,96. Загальна жорсткість води змінювалася у межах 10,0 – 2,8 ммоль/дм<sup>3</sup>, середньорічне 6,26 ммоль/дм<sup>3</sup>.

Максимальне значення 1,01 спостерігалось у 1993 році, що викликане високим вмістом нітритів на БСК<sub>5</sub> мінімальне значення 0,27 у 1985 році, що відповідає від I до III класу «дуже чиста», «чиста» та «помірно забруднена» вода. *IЗВ* за всі роки спостережень дорівнює 0,620, що відповідає II класу «чиста» (рис. 1).

В результаті аналізу, концентрації, що перевищують ГДК на постах спостережень, за всі роки, встановлені такі сполуки: *нафтопродукти*, *нітрити*, *мідь*, *загальне залізо*, *марганець*, *хром 6+*, *БСК<sub>5</sub>*, *сульфати*, *цинк 2+* та інші. Методика розрахунку модифікованого *IЗВ* включає шість речовин, з яких дві обов'язкові, компоненти таких як *кисень* та *БСК<sub>5</sub>*. Ще чотири ми встановили як ті речовини які найбільше перевищують ГДК це *нафтопродукти*, *мідь*, *марганець*, *хром 6+*.

Визначення *IЗВ* модифікованого на: 1 пості максимальне значення 4,23 спостерігалось у 1993 році, мінімальне значення 0,30 у 1996 р., середньобагаторічне 1,383; 2 пості максимальне значення 1,23 спостерігалось у 2000 р., мінімальне значення 0,15 – у 1965 р., середньобагаторічне 1,022; 3 пості максимальне значення 1,86 спостерігалось у 2000 р., мінімальне значення 0,40 у 1999 р., середньобагаторічне 1,712; 4 пості максимальне значення 5,01 спостерігалось у 1993 р., мінімальне значення 0,55 у 1998 р., середньобагаторічне 1,878; 5 пості максимальне значення 3,06 спостерігалось у 1993 р., мінімальне значення 0,36 у 1985 р., середньобагаторічне 1,914.

За розрахунками модифікованого індексу забруднення води на першому пості

визначено третій клас якості – «помірно забруднена» вода. Це обумовлено перевищенням гранично допустимих концентрацій для хрому 6+ (2.271 рази вище ГДК), міді (1.825 рази вище ГДК) та марганцю (1.422 рази вище ГДК). На другому пості якість води перебуває на межі між другим та третім класами – «чиста» та «помірно забруднена». Перевищення ГДК відзначається лише для марганцю (1.830 рази вище ГДК) та хрому 6+ (1.300 разів вище ГДК). Якість води в річці Оскіл на третьому пості визначена як «помірно забруднена» - третій клас. Найвищі концентрації в порівнянні з ГДК виявлені для хрому 6+ (2.658) та нафтопродуктів (2.545), а також для міді та марганцю (1,900 та 1.475 відповідно). Четвертий пост характеризується зниженням якості води, вміст хрому 6+ зростає (5.030 від ГДК), також відзначається перевищення ГДК для міді (2.405) та марганцю (2.163). Індекс на п'ятому пості свідчить про те, що річка є «помірно забрудненою» й спостерігається зростання концентрацій: хрому 6+ (5.332), марганцю (3.235), міді (1.377). Виявлені підвищені концентрації у деяких сполуках, які не були враховані при обчисленні: сульфатів (1.945), цинку 2+ (1.674), загального заліза (1.684).

За схемою визначення, питомого комбінаторного індексу забруднення води, здійснено статистичну оцінку гідрохімічних речовин у воді р. Оскіл, за всі роки спостережень постах спостереження СД БУВР. Детальні результати наведені в табл. 5.

Відповідно розрахунків (табл. 5), показник комплексності забруднення *K* по різним постах складав більше 50% (пости 1,3,5), мінімальним *K* був на посту р. Оскіл – м. смт. Дворічне і складав 10%. На всіх постах речовин-ЛОЗ не виявлено. Якість води в більшості постів відповідала III «брудна» і лише на посту 2 II «забруднена». Відповідний показник *KIЗ* змінювався в межах від 1,65 балів (р. Оскіл – м. смт. Дворічне) до 3,0 балів (р. Оскіл – м. Куп'янськ).

Кисневий режим по всім постах має тенденцію сезонності, тобто, за середнім значенням показника зазвичай відповідає I категорії («відмінні», «дуже чисті»). В переважній більшості випадків кисневий режим річки на допустимому рівні та вищій.

Таблиця 5

Оцінка якості води р. Оскіл методом КІЗ

Table 5

Estimation of water quality of the Oskil River by the KPI method

| № | Піст спостережень | Відстань від гирла, км | $n$ | $n'$ | $K, \%$ | $\sum S_i$ | КІЗ  | Клас якості   |
|---|-------------------|------------------------|-----|------|---------|------------|------|---------------|
| 1 | с. Тополі         | 176                    | 21  | 11   | 52,4    | 46         | 2,19 | III а Брудна  |
| 2 | сmt. Дворічне     | 157                    | 20  | 2    | 10,0    | 33         | 1,65 | II Забруднена |
| 3 | м. Куп'янськ      | 112                    | 21  | 14   | 66,7    | 63         | 3,00 | III б Брудна  |
| 4 | Оскільське вдсх   | 11                     | 21  | 10   | 47,6    | 61         | 2,90 | III а Брудна  |
| 5 | с. Оскіл          | 0                      | 21  | 12   | 57,1    | 51         | 2,43 | III а Брудна  |

Висновки

З результатів розрахунків ІЗВ на р. Оскіл встановлено, що для верхньої течії, протягом усіх років спостережень відповідає II класу якості – «чиста». Біля міста Куп'янськ якість води погіршується до III класу – «помірно забруднена», а далі за течією знову відповідає II класу – «чиста».

Модифікований ІЗВ для річки Оскіл, визначає якість води як III клас – «помірно забруднена».

Зміна показника КІЗ вздовж річки Оскіл свідчить про те, що рівень забруднення річки на всій її протяжності залишається низьким. Це говорить про те, що поверхневий стік водотоку знаходиться під невеликим

антропогенним впливом, його рівень близький до межі стійкості екосистеми. Випадки критичного забруднення води відзначаються епізодично, відносно, великими перевищеннями ГДК для хрому 6+, марганцю, міді та нафтопродуктів у окремі періоди.

Речовини, вміст яких перевищує ГДК на річці Оскіл, це: хром 6+, марганець, мідь та нафтопродукти. Помічається перевищення ГДК по інших речовинах, таких як залізо загальне, сульфати, цинк 2+, нітрити, кобальт, феноли, БСК5, проте це відбувається лише в окремі періоди та на деяких постах спостережень.

Конфлікт інтересів

Автор заявляє, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автор повністю дотримувався етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. Yelistratova L., Apostolov A., Lyalko V., Tomchenko O., Khyzhniak A., Hodorovsky A.: The results of socio-ecological monitoring during military operations in Ukraine using satellite information. *Revue Roumaine de Géographie /Romanian Journal of Geography*, vol. 66. No 2. 2022. P. 117–136.
2. Ресурси поверхневих вод СРСР: Том 6. Україна и Молдавия. Выпуск 3. Бассейн Северского Донца и рек Приазовья. Под ред. М.С. Каганера. Л.: Гидрометеиздат, 1967. 492 с.
3. Krainiukov O. M. Timchenko V. D. Economic consequences of anthropogenic water pollution (by using petchenizky reservoir as an example). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Екологія»*. 2018. № 19. 66-74. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2018-19-06>
4. Крайнюков О. М. Сучасний екологічний стан водних об'єктів басейну річки Сіверський Донець. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. № 3-4. 2015. С. 71-77. URL: <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/5558>
5. Гриценко А.В., Васенко О.Г., Колісник А.В. та ін. Сучасний екологічний стан української частини річки Сіверський Донець (експедиційні дослідження). Х.: ВПП «Контраст», 2011. 340 с.
6. Васенко О. Г., Ієвлева, О. Ю., Коробкова Г. В., Жук В. М. Формування сучасного гідрохімічного стану басейну річки Сіверський Донець під впливом природних та антропогенних чинників. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. 2017. Вип. 39. С. 41-53.- URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ponp\\_2017\\_39\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ponp_2017_39_6).



7. Коробкова Г. В. Сучасний екологічний стан басейну річки Сіверський Донець в межах Харківської області. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. № 14. 2016. С. 66-70. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2016-14-09>
8. Osadchy V., Osadcha N., Nabyvanets Ju. Chemical composition and water quality of surface waters in Ukraine. *Environmental Health Risk II*, WIT Press, Southampton, Boston. 2003. 15-24.
9. Ухань О. О., Осадчий В. І., Осадча Н. М., Манченко А. П. Особливості формування хімічного складу поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець. *Наук. пр. УкрНДГМІ*. 2002. Вип. 250. С. 262–277.
10. Рибалова О.В., Коробкіна К.М., Томчук Н.М. Оцінка впливу дифузних джерел забруднення водотоків на екологічний стан басейну р. Оскіл. *Proceedings of IV International Scientific and Practical Conference Liverpool*, United Kingdom 4-6 December 2019. P. 266 – 276
11. Vasenko, A., Rybalova, O., & Kozlovskaya, O. (2016). A study of significant factors affecting the quality of water in the Oskil river (Ukraine). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 3 No 10(81). P.48–55. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.72415>
12. Rybalova, O., & Artemiev, S. (). Development of a procedure for assessing the environmental risk of the surface water status deterioration. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2017 Vol.5 № 10 (89). P. 67–76. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.112211>
13. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України. Довідковий посібник. К: Вид-во. «Ніка-Центр»: 2006. 320 с.
14. Сіверсько-Донецьке басейнове управління водних ресурсів. Про Управління. URL: <http://www.sdbuvr.slav.dn.ua>
15. Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України. URL: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>
16. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод: підручник. К.: Ніка. Центр, 2001. 264 с.
17. Юрасов С.Н., Кур'янова С.О., Юрасов Н.С. Комплексна оцінка якості вод за різними методиками та шляхи її вдосконалення. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2009. № 5. С. 42-53.
18. Вербецька К. Ю. Порівняльний аналіз методик оцінки якості поверхневих вод (на прикладі типової р. Губіскалі). *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2011. Вип. 3 (55). С. 91-99.
19. Клименко М. О., Вознюк Н. М., Вербецька К. Ю. Порівняльний аналіз нормативів якості поверхневих вод. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів та природокористування*. 2012. Вип. 1(30). URL: [http://nd.nubip.edu.ua/2012\\_1/12kmo.pdf](http://nd.nubip.edu.ua/2012_1/12kmo.pdf)

Стаття надійшла до редакції 10.10.2023

Стаття рекомендована до друку 12.11.2023

**O. V. BIRYUKOV**, PhD (geography),  
the Principal of the College

e-mail: [alexbirukov@ukr.net](mailto:alexbirukov@ukr.net) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3486-5569>

*Kharkiv Nature Protection Professional College ODEKU,*  
10, Kooperativna St., Kharkiv, 61003, Ukraine

## **HYDROCHEMICAL ANALYSIS OF SURFACE WATER QUALITY DYNAMICS IN THE OSKIL RIVER**

**Purpose.** Hydrochemical analysis of the dynamics of changes in the quality of surface waters of the Oskil River.

**Methods.** Comparison of hydrochemical indicators with norms of maximum permissible concentrations (MPC). To determine the water quality criterion, the MPC for fisheries reservoirs was taken. The general assessment of water quality is determined by the following methods: water pollution index, modified WPI and specific combinatorial water pollution index .

**Results** Based on the water pollution index, it was determined that the river corresponds to the category "very clean" to "moderately polluted". The water pollution index of the Oskil River indicates that the upper course corresponds to the II class "clean", but near the city of Kupyansk the water quality deteriorates to the III class "moderately polluted", and further downstream it again becomes the II class "clean".. According to the methodology specific combinatorial water pollution index, the river water is rated from "very clean" to "moderately polluted". The pH in the water varied from 6.08 to 9.27. The total water hardness varied between 10.0 and 2.8 mmol/dm<sup>3</sup>. The oxygen level indicates an acceptable water condition in most areas. Compounds, the concentration of which most often exceeds the MPC for all observation posts, are: chromium 6+, manganese, copper, petroleum products.



Other compounds may also exceed the MAC in some posts and observation years, including total iron, sulfates, zinc 2+ , nitrites, cobalt, phenols, and BSC5.

**Conclusions.** Significant variations in the concentrations of chemical elements in different areas were found in the water quality of the Oskil River. Index of water pollution of the Oskil River according to the calculations of the WPI mod. shows that in most cases for all years of observation, the river corresponds to the III class "moderately polluted". The change in the WPI indicator along the Oskil River shows that the level of pollution of the river is low along its entire length and it mostly remains under the influence of insignificant anthropogenic influence.

**KEY WORDS:** *water quality, Oskil River, water pollution index, specific combinatorial index*

### References

1. Yelistratova L., Apostolov A., Lyalko V., Tomchenko O., Khyzhniak A., & Hodorovsky A.: (2022). The results of socio-ecological monitoring during military operations in Ukraine using satellite information. *Romanian Journal of Geography*, 66(2), , 117–136.
2. Kaganera M.S. (Ed.). (1967). Pool of the Seversky Donets and the rivers of the Azov Sea. *Resources of surface waters of the USSR: Ukraine and Moldova*. 6(3). Leningrad: Gidrometeoizdat. (In Russian)
3. Krainiukov O. M., & Timchenko V. D. (2018). Economic consequences of anthropogenic water pollution (by using Pechenizky reservoir as an example. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University Series «Ecology»*, (19). 66-74. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2018-19-06>
4. Krajnyukov O. M. (2015). The current ecological state of water bodies of the Seversky Donets river basin. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, (3-4). 71-77. Retrieved from <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/5558> (in Ukrainian).
5. Hrytsenko A.V., Vasenko O.G., Kolisnyk A.V. (2011). The current ecological state of the Ukrainian part of the river Siversky Donets (expeditionary researches). Kharkiv: VPP «Kontrast». (in Ukrainian)
6. Vasenko, O. G., Iyevlyeva, O. Yu., Korobkova, G. V., & Zhuk, V. M. (2017). The formation of the modern hydrochemical state of the Seversky Donets river basin under the influence of natural and anthropogenic factors. *Problems of environmental protection and environmental safety*. (39). 41-53. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ponp\\_2017\\_39\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ponp_2017_39_6) (in Ukrainian)
7. Korobkova, G. V. (2016). The current ecological state of the Siversky Donets River basin within the Kharkiv region. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv national university series «Ecology»*, (14). 66-70. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2016-14-09> (in Ukrainian)
8. Osadchy, V., Osadcha, N., Nabyvanets Ju. (2003). Chemical composition and water quality of surface waters in Ukraine. *Environmental Health Risk II*, WIT Press, Southampton, Boston. 15-24.
9. Uhan, O. O., Osadchy, V. I., Osadcha, N. M., & Manchenko, A. P. (2002). Features of formation of the chemical composition of surface waters of the river Siversky Donets river. *Scientific works of the Ukrainian Research Hydrometeorological Institute*, 250. 262–277. (in Ukrainian).
10. Rybalova O.V., Korobkina K.M., & Tomchuk N.M. (2019). The influence assessment of pollution diffuse sources watercourses on the ecological state of the Oskil River basin. *Proceedings of IV International Scientific and Practical Conference Liverpool, United Kingdom 4-6 December 2019*. 266 – 276 (in Ukrainian)
11. Vasenko, A., Rybalova, O., & Kozlovskaya, O. (2016). A study of significant factors affecting the quality of water in the Oskil river (Ukraine). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(10(81)), 48–55. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.72415> (in Ukrainian)
12. Rybalova, O., & Artemiev, S. (2017). Development of a procedure for assessing the environmental risk of the surface water status deterioration. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(10 (89)), 67–76. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.112211> (in Ukrainian)
13. Palamarchuk M.M., Zakorchevna N.B. (2006) Water Fund of Ukraine Kyiv: "Nika-Center". (in Ukrainian)
14. Siversky-Donets Basin Water Resources Department. About Managing. Retrieved from <http://www.sdbuvr.slav.dn.ua> (in Ukrainian)
15. Monitoring and ecological assessment of water resources of Ukraine. Retrieved from <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index> (in Ukrainian)
16. Snizhko, S.I. (2001). Estimation and prediction of the quality of natural water. Kyiv: Nika-Tsentr. (in Ukrainian)
17. Yurasov, S.N., Kuryanova, S.O., Yurasov, N.S. (2009). Comprehensive Assessment of Water Quality Using Various Methodologies and Strategies for Improvement. *Ukrainian hydrometeorological journal*, (5), 42-53.
18. Verbetska, K. Yu. (2011). Comparative analysis of surface water quality assessment methods (on the example of the typical Ghubishchali River). *Visnyk NUVHP. Silskohospodarski nauky : zb. nauk. prats. Rivne*, 3 (55), 91-99.
19. Klymenko, M. O., Voznyuk, N. M., Verbetska, K. Yu. (2012). Comparative analysis of surface water quality standards. *Scientific reports of NULES of Ukraine*, 1(30). Retrieved from [http://nd.nubip.edu.ua/2012\\_1/12kmo.pdf](http://nd.nubip.edu.ua/2012_1/12kmo.pdf) (in Ukrainian)