

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2025-32-05>
УДК(UDK): 504.4.054

Г. О. ЗЛЕНКО,

провідний інженер Південного територіального відділу
Департаменту безпеки руху, охорони праці та екологічної безпеки

e-mail: anna-zlenko@ukr.net

Регіональна філія «Південна залізниця» АТ "Укрзалізниця",

вул. Євгена Котляра, 7, м. Харків, 61052, Україна

М. І. КУЛИК, канд., техн. наук, доц.,

доцент кафедри екології та менеджменту довкілля

e-mail: m.kulyk@karazin.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0605-9367>

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

ВПЛИВ ПІДПРИЄМСТВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА СТАН ПОВЕРХНЕВИХ ВОД НА ПРИКЛАДІ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Мета. Визначити вплив підприємства залізничного транспорту на стан поверхневих вод на прикладі річки Лозова Лозівського району Харківської області.

Методи. Індекс забруднення води (ІЗВ), модифікованого індексу забруднення води (ІЗВ мод) та комбінаторного індексу забруднення води (КІЗ).

Результати. Визначено, що відбуваються зміни якості води після скиди стічних вод одного з підприємств залізничного транспорту, спостерігається погіршення якості води в 1,004 раз за середньою величиною ІЗВ та 1,070 раз за середньою величиною модифікованого ІЗВ. За середньою величиною ПКІЗ, навіпаки, відбувається покращення води після скиду у 1,016 раз. На це вплинуло перевищення ГДК за показником завислі речовини у точці до скиду стічних у 2022 р. Якість води річки Лозова за методикою оцінки ІЗВ та модифікованого ІЗВ відноситься до II класу якості води та характеризується як «чиста». За методикою КІЗ вода річки у 2020, 2021 та 2022 роках теж відноситься до II класу якості води, але має характеристику – «забруднена», а у 2023 та 2024 роках вода відноситься до I класу якості води й має характеристику – «слабо забруднена». Гідрохімічні показники, що визначали клас якості води р. Лозова є СПАР, хлориди, фосфати та завислі речовини.

Висновки. Підприємство АТ «Укрзалізниця» не завдає суттєвого впливу на стан якості поверхневих вод річки Лозова Лозівського району Харківської області.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: залізничний транспорт, поверхневі води, індекс забруднення води, комбінаторний індекс забруднення

Як цитувати: Зленко Г. О., Кулик М. І. Вплив підприємств залізничного транспорту на стан поверхневих вод на прикладі Харківської області. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2025. Вип. 32. С. 71 - 88. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2025-32-05>

In cites: Zlenko, H. O., Kulyk, M. I. (2025). Influence of railway transport enterprises on the state of surface waters using the example of Kharkiv region. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series Ecology*, (32), 71 - 88. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2025-32-05> (in Ukrainian)

Вступ

Транспортна галузь займає одне з важливих місць в економіці країни, бо забезпечує перевезення пасажирів та вантажів як внутрішніх, так і зовнішніх рейсах. Україна має розгалужену залізничну мережу, одну з

найбільших у Європі (більше 21 тис. км), а також численні вокзали, станції, пункти пропуску та контролю для міжнародного сполучення. Це створює передумови для надання транспортних послуг та веденню бізнесу.

Так у 2021 році залізничним транспортом перевезено 314,3 млн. т вантажів та вантажообіг становив 180361 млн. т км, а послугами залізничного транспорту скористувалось 81,3 млн. пасажирів. Тож за об'ємом перевезення вантажів залізничний транспорт в Україні займає перше місце серед інших видів транспорту, а кількістю перевезення пасажирів – друге [1, 2].

Відповідно до Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року від залізничного транспорту залежить розвиток таких галузей економіки як: будівництво, вугільна промисловість, гірничо-металургійний комплекс, сільське господарство, оборона тощо [3].

На території Харківської області залізничні перевезення забезпечує регіональна філія АТ «Укрзалізниця» – «Південна залізниця», яка обслуговує декілька областей України. В області працюють організації по ремонту та обслуговування як рухомого складу (локомотивні, моторвагонні, вагону-ремонтні та експлуатаційні депо), так й залізничних колій. Слід зазначити, що середній вік локомотивів та електропоїздів становить більше 40 років [2].

Залізничний транспорт більш екологічно чистий ніж автомобільний, але все ж таки має значний вплив на довкілля, але при цьому слід розглядати й вплив інфраструктури залізниці на довкілля [4-8].

До основних видів впливу на довкілля під час провадження господарської діяльності підрозділами АТ «Укрзалізниця» є: викиди забруднюючих речовин до атмосферного повітря від стаціонарних та пересувних джерел; використання поверхневих та підземних вод, скид виробничих й господарсько-побутових стічних вод до водних об'єктів; використання значних площ земель; використання надр для видобування щебеню, піску, глини та ін.; утворення та управління відходами, у тому числі й небезпечними; акустичний вплив від роботи рухомого складу та обладнання; електромагнітне випромінювання; негативний вплив при перевезенні небезпечних та радіоактивних речовин, в тому числі при аварійних забрудненнях.

Дослідження впливу залізничного транспорту на безпеку довкілля розглянуто в роботах різних науковців. В роботах П. В. Босак та інші [4, 9] розглянуто стан діючого

рухомого складу «Укрзалізниці», описано вплив залізничного транспорту на атмосферне повітря, ґрунтовий покрив, особливу увагу приділено аваріям на залізничному транспорті, наведено заходи щодо зниження впливу діяльності залізничного транспорту на довкілля, наголошено на необхідності оновлення рухомого складу залізниці.

Пилипчук О. Я зі співавторами [5] досліджували забруднення ґрунту нафтопродуктами, які використовує залізничний транспорт, запропоновано шляхи очищення ґрунту від нафтопродуктів.

У роботі У. В. Антонюка [6] проаналізовано вплив залізничного транспорту на різні компоненти довкілля, наголошено на важливості правового регулювання відносин щодо природокористування та забезпечення екологічної безпеки залізничного транспорту задля зменшення його впливу на довкілля.

У роботі [10] показано вплив залізничного транспорту та його інфраструктури на довкілля та наголошено на необхідності впровадження принципів ресурсозбереження та екологічної безпеки особливо в умовах Євроінтеграції й згідно з затвердженою Національною транспортною стратегією України на період до 2030 року [3].

Запорожець О. І., та інші [8] окремий розділ присвятили впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище. У зазначеному розділі розглянуто загальні питання залізничного сектора України та особливу увагу приділено впливу на довкілля як рухомого складу залізничного транспорту так і стаціонарних джерел. Окремим пунктом виділено утворення стічних вод на підприємствах залізничного транспорту.

У роботі [11] розглянуто негативний вплив залізничного транспорту на різні компоненти довкілля (атмосферне повітря, водні ресурси, ґрунтовий покрив, а також шумове забруднення), наведено можливі шляхи вдосконалення.

У статті В. Г. Лоза та інші [7] розглянуто вплив залізничного транспорту на стійкість природних ландшафтів, атмосферне повітря, ґрунт, водойми. Окремо розглянуто питання шумового забруднення. У роботі наведено заходи щодо зменшення негативного залізничного транспорту на стан навколишнього середовища.

Проблема екологічної безпеки залізничного транспорту є предметом досліджень й закордонних науковців. Розглядається управління ризиками залізничної інфраструктури в гірських умовах, зосереджуючись на досвіді австрійського залізничного оператора [12].

Надається огляд інноваційних трендів та викликів, з якими стикається залізничний сектор Словаччини [13], досліджується довгостроковий вплив залізничної інфраструктури на забруднення повітря, аналізуючи розширення залізничної мережі Японії протягом 25-річного періоду [14]. Представлено нову методологію для оцінки та підвищення екологічної сталості міських залізничних станцій в роботі [15].

В багатьох технологічних процесах господарської діяльності об'єктів інфраструктури залізниці використовується вода. Так, Державним агентством водних ресурсів України видано АТ «Укрзалізниця» єдиний Дозвіл на спеціальне водокористування по Харківській області з зазначенням 101 фактичного місця здійснення діяльності підрозділами залізниці (51 щодо водозабору та 50 щодо водовідведення). Згідно з Дозволом підприємства залізничного транспорту здійснюють скид забруднюючих речовин із зворотними (стічними) водами у поверхневі водні об'єкти [16].

Під час використання на підприємствах вода забруднюється та переходить в розряд стічних. Основними забруднювачами

стічних вод є: завислі речовини, сульфати, хлориди, фосфати, азотовмісні речовини, нафтопродукти. Слід зазначити, що перед скидом стічні води проходять різні стадії очистки (механічне, біологічне, доочистка та знезараження) та здійснюється контроль якості.

Харківська область має доволі низьку (1,8 % від загальних водних ресурсів України) забезпеченість водними ресурсами [2]. Дослідженням якості поверхневих водних об'єктів Харківської області присвячено багато праць. В межах Харківської області визначення екологічного стану річки Сіверський Донець надано в роботах [17-20], прогнозування якості води за допомогою геоінформаційних технологій [21], охорона поверхневих джерел водопостачання від антропогенного впливу [22], та екологічна безпека вод у басейні Сіверського Дінця [23]. Також надано дослідження еколого-токсикологічної оцінки якості води річки Лопань в межах Дергачівського району Харківської області [24], гідрохімічного аналізу поверхневих вод річки Оскіл [25], визначення екологічних нормативів для басейну річки Уди в межах Харківської області [26] та інше.

Проблема якості поверхневих вод доволі актуальна не лише в Україні [27-30].

Мета роботи – визначити вплив одного з підприємств залізничного транспорту на стан поверхневих вод на прикладі річки Лозова Лозівського району Харківської області на основі визначення індексів якості води.

Об'єкти та методи дослідження

Підприємство АТ «Укрзалізниця» здійснює скид очищених зворотних вод у річку Лозова у межах Лозівського району Харківської області.

Річка Лозова протікає на території Лозівського району Харківської області, є лівою притокою річки Бритаї (басейн Сіверського Донця). Вона має довжину 13 км, площа басейну 87,9 км² [31, 32].

Для визначення якості води в річці Лозова використано дані Моніторингу якості вод у період з 2020 по перше півріччя 2024 року, проведені Центральною заводською лабораторією підприємства. Контроль показників якості води у річці проводився три рази на місяць поблизу села Катеринівка у

двох створах (рис. 1): точка 1 – 500 м вище за течією від скидання стічних вод підприємства; точка 2 – 500 м нижче за течією від скидання стічних вод підприємства.

При оцінці якості поверхневих вод р. Лозова використано наступні методи: індексу забруднення води (ІЗВ), модифікованого індексу забруднення води (ІЗВ мод) та комбінованого індексу забруднення води (КІЗ). В якості критеріїв якості води взято величини гранично допустимої концентрації (ГДК) для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення [33].

При визначенні індексу забруднення води використовують шість показників розчинений кисень, біологічне споживання

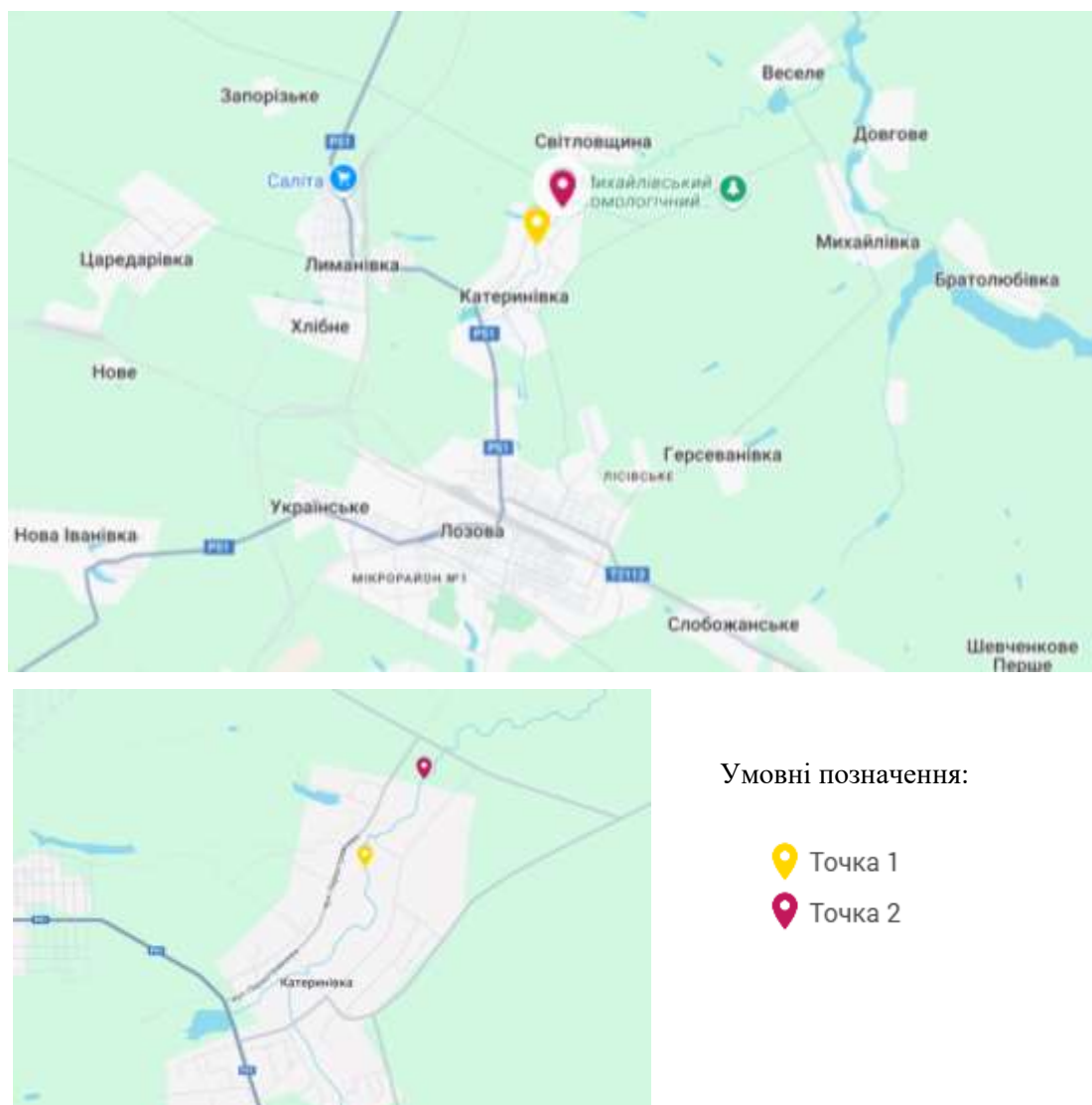


Рис. 1 – Карто-схема пунктів контролю якості води на річці Лозова
Лозівського району Харківської області

Fig. 1 – Map-scheme of water quality control points on the Lozova River in
the Lozova district of the Kharkiv region

кисню за п'ять днів (БСК₅), азот амонійний, нітроти, нафтопродукти, феноли. При визначенні модифікованого ІЗВ обов'язково використовують показники розчинений кисень та БСК₅, а інші чотири обирають за найбільшим відношенням до ГДК [24, 34, 35, 36]. Для розрахунку індексів використовують формулу:

$$\text{ІЗВ} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ГДК}_i}, \quad (1)$$

де C_i – середнє арифметичне значення концентрації i -го показника якості води;

ГДК_i – гранично допустима концентрація i -го показника.

Оцінка якості води за даними методами визначається величиною індексу й здійснюється за класами: I клас якості води $\text{ІЗВ} \leq 0,30$ та характеризується як «дуже чиста»; II клас – $\text{ІЗВ} = 0,31 - 1,00$, «чиста»; III клас – $\text{ІЗВ} = 1,01 - 2,50$, «помірно забруднена»; IV клас – $\text{ІЗВ} = 2,51 - 4,00$, «забруднена»; V клас – $\text{ІЗВ} = 4,01 - 6,00$, «брудна»; VI клас – $\text{ІЗВ} = 6,01 - 10,00$, «дуже брудна»; VII клас – $\text{ІЗВ} > 10,00$, «надзвичайно брудна» [24, 34, 35, 36].

Визначення комбінаторного індексу забруднення води проводиться у декілька етапів [24, 34, 35, 36]. Під час першого ступеня класифікації встановлюється міра стійкості забруднення (P_i), яку розраховують за формулою:

$$P_i = \frac{N_{ГДК_i}}{N_i}, \quad (2)$$

де $N_{ГДК_i}$ – кількість результатів аналізу i -го показника якості води, значення концентрації якого перевищує ГДК;

N_i – загальна кількість результатів аналізу i -го показника якості води.

Під час другого ступеня класифікації встановлюється рівень забруднення, який за кратністю перевищення ГДК (K_i) й розраховується за формулою:

$$K_i = \frac{C_i}{ГДК_i}. \quad (3)$$

За величинами повторюваності та кратності згідно з таблицями класифікації визначаються оціночні бали (від 1 до 4) та характеристика забруднення щодо повторюваності відповідно «одиначне», «нестійке», «стійке» та «характерне», а щодо кратності «низьке», «середнє», «високе» та «дуже високе».

Розраховуються узагальнені оцінки якості води за кожним показником (S_i) й визначається характеристика якості води: «слабо забруднена», «забруднена», «брудна», «дуже брудна» та «неприпустимо брудна». При величині узагальненого оціночного балу 11 або більше, то даний показник відносять до лімітуючих показників забруднення (ЛПЗ).

Під час третього ступеня класифікації розраховується величина КІЗ, сумуванням оціночних балів (S_i) усіх n показників.

$$КІЗ = \sum_{i=1}^n S_i. \quad (4)$$

Потім розраховується питомий комбінаторний індекс забруднення (ПКІЗ), середнє значення КІЗ. На останньому ступені класифікація якості води в залежності від ПКІЗ та кількості ЛПЗ визначається клас (від I до IV), розряд (а, б, в, г), характеристика забрудненості води («слабо забруднена», «забруднена», «брудна», «дуже брудна» та «неприпустимо брудна») й робиться висновок щодо придатності води для певного виду водокористування. етапів [24, 34, 35, 36].

Результати та обговорення

Аналіз якості води в річці Лозова проводився за даними результатів моніторингу вод та включав середньорічні величини таких показників: водневий показник, завислі речовини, сульфати, хлориди, фосфати, сухий залишок, розчинений кисень, БСК₅, хімічне споживання кисню (ХСК), азот амонійний, нітрити, нітрати, нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), залізо, фенол [32].

Порівнюючи гідрохімічні показники з ГДК виявлено наступні перевищення: СПАР у обох точках дослідження у 2020, 2021 та 2022 роках у 1,09 – 1,12 раз; хлориди у обох точках у 2020 та 2021 роках у 1,20 раз; фосфати у обох точках у 2021 році у 1,16 раз; завислі речовини у точці 1 (до скиду) у 2022 році у 1,60 раз.

Аналізуючи результати розрахунків ІЗВ за формулою (1) у р. Лозова (рис. 2) можемо побачити, що величина індексу немає значних змін та коливається у точці 1 (до скиду стічних вод) від 0,456 у 2024 р. до 0,487 у 2021 р., а у точці 2 (після скиду

стічних вод) від 0,463 у 2024 р. до 0,502 у 2021 р. Найвищі значення ІЗВ зафіксовано у обох точках у 2021 році, а найнижчі у 2024 році. Загалом за весь період спостереження вода відноситься до II класу якості та характеризується як «чиста».

Аналізуючи результати розрахунків модифікованого ІЗВ за формулою (1) у р. Лозова (рис. 2) можемо побачити, що величина індексу немає суттєвих змін та коливається у точці 1 (до скиду стічних вод) від 0,639 у 2023 р. до 0,938 у 2021 р., а у точці 2 (після скиду стічних вод) від 0,786 у 2023 р. до 0,942 у 2021 р. Найвищі значення модифікованого ІЗВ зафіксовано у обох точках у 2021 році, а найнижчі у 2023 році. Загалом за весь період спостереження вода відноситься до II класу якості та характеризується як «чиста». Слід зазначити, що величини модифікованого ІЗВ дещо вищі від звичайного ІЗВ, в середньому у 1,72 раз.

Аналізуючи якість води у р. Лозова у 2020 р. за методом комбінаторного індексу (табл. 1) можна сказати, що виявлено перевищення ГДК за показниками СПАР та

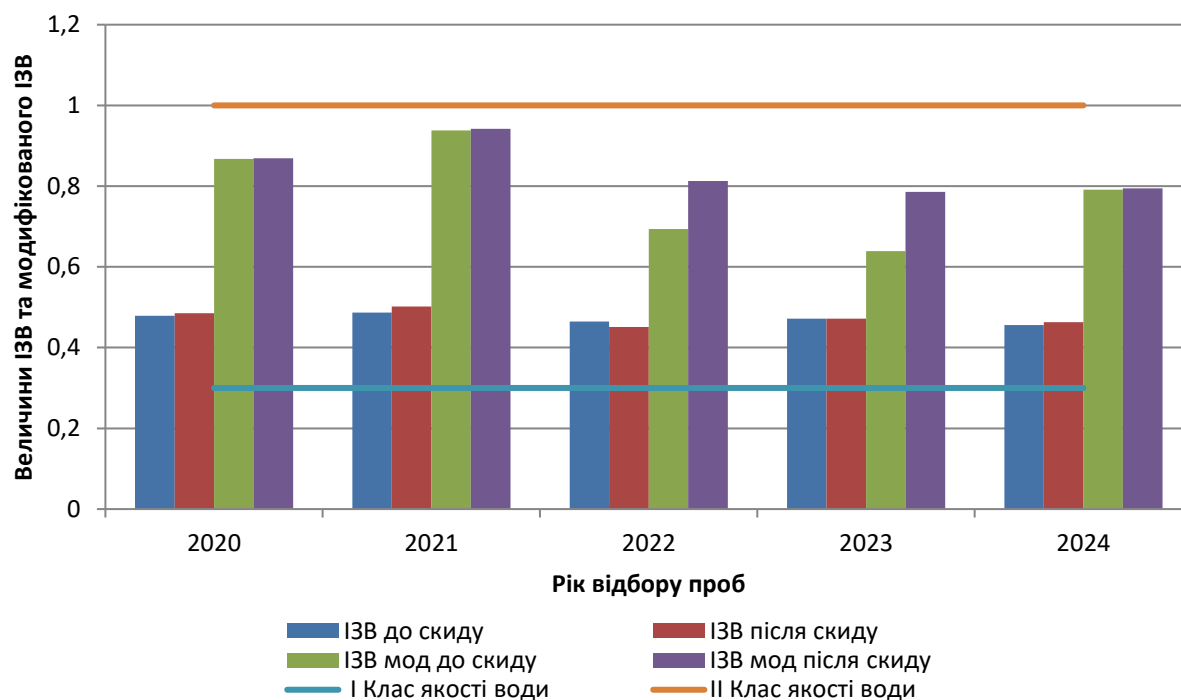


Рис. 2 – Динаміка індексів забруднення води у р. Лозова
Fig. 2 – Dynamics of water pollution indices in the Lozova River

хлориди у обох точках дослідження про це свідчить розраховані величини повторюваності перевищення (P_i) та кратності перевищення (K_i). Далі для кожного показника визначено часткові оціночні бали та проведено класифікацію за стійкістю й рівня забруднення. Потім розраховано узагальнені оцінки якості води (S_i), також за кожним показником, й встановлено характеристику якості води. За показниками хлоридів та СПАР характеристика якості води визначена як «брудна» («характерна забрудненість низького рівня»), а інші показники, що досліджувались віднесено до «слабо забруднених» («одиначна забрудненість низького рівня»). Жодний з показників не відноситься до лімітуючого показника забруднення.

На наступному етапі класифікації вод розраховано величину комбінаторного індексу забруднення, яка для двох точок дорівнює 21. Далі визначено величину питомого комбінаторного індексу, яка дорівнює 1,4, та встановлено, що вода відноситься до II класу якості води й має характеристику забруднення води – «забруднена».

Аналізуючи якість води у р. Лозова у 2021 р. за методом комбінаторного індексу (табл. 2) можна сказати, що виявлено перевищення ГДК за показниками СПАР,

хлориди та фосфати у обох точках дослідження про це свідчить розраховані величини повторюваності перевищення (P_i) та кратності перевищення (K_i). Далі для кожного показника визначено часткові оціночні бали та проведено класифікацію за стійкістю й рівня забруднення. Потім розраховано узагальнені оцінки якості води (S_i), також за кожним показником, й встановлено характеристику якості води. За показниками хлоридів, СПАР та фосфати характеристика якості води визначена як «брудна» («характерна забрудненість низького рівня»), а інші показники, що досліджувались віднесено до «слабо забруднених» («одиначна забрудненість низького рівня»). Жодний з показників не відноситься до лімітуючого показника забруднення.

На наступному етапі класифікації вод розраховано величину комбінаторного індексу забруднення, яка для двох точок дорівнює 24. Далі визначено величину питомого комбінаторного індексу, яка дорівнює 1,6, та встановлено, що вода відноситься до II класу якості води й має характеристику забруднення води – «забруднена».

З аналізу якості води у р. Лозова у 2022 р. за методом комбінаторного індексу (табл. 3) виявлено перевищення ГДК за показниками

Таблиця 1

Результати оцінки якості води р. Лозова за методом КІЗ у 2020 році

Table 1

Results of water quality assessment of the Lozova River using the CIP method in 2020

Показник	Р _i		Бали		К _i		Бали		S _i , бал		Характеристика		ЛПЗ	
	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після
Водневий показник	0	0	1	1	0,882	0,882	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Завислі речовини	0	0	1	1	0,667	0,680	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Сульфати	0	0	1	1	0,941	0,943	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Хлориди	1	1	4	4	1,198	1,199	1	1	4	4	брудна		0	0
Сухий залишок	0	0	1	1	0,995	0,996	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Розчинений кисень	0	0	1	1	0,787	0,787	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Б С К ₅	0	0	1	1	0,373	0,373	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Азот амонійний	0	0	1	1	0,740	0,745	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Нітрити	0	0	1	1	0,206	0,207	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Нітрати	0	0	1	1	0,483	0,483	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Нафто-продукти	0	0	1	1	0,767	0,800	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
С П А Р	1	1	4	4	1,100	1,108	1	1	4	4	брудна		0	0
Фосфати	0	0	1	1	0,846	0,849	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Х С К	0	0	1	1	0,577	0,593	1	1	1	1	слабо з абруднена		0	0
Залізо	0	0	1	1	0,900	0,900	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
$KI3 = \sum_{i=1}^n S_i$									21	21			0	0
До скиду КІЗ = 21, ПКІЗ = 1,4, 0 ЛПЗ (клас II, «забруднена»)														
Після скиду КІЗ = 21, ПКІЗ = 1,4, 0 ЛПЗ (клас II, «забруднена»)														

(

Таблиця 2

Результати оцінки якості води р. Лозова за методом КІЗ у 2021 році

Table 2

Results of water quality assessment of the Lozova River using the CIP method in 2021

Показник	Р _i		Бали		К _i		Бали		S _i , бал		Характеристика		ЛПЗ	
	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після
Водневий показник	0	0	1	1	0,894	0,894	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Завислі речовини	0	0	1	1	0,667	0,673	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Сульфати	0	0	1	1	0,915	0,924	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Хлориди	1	1	4	4	1,198	1,202	1	1	4	4	брудна		0	0
Сухий залишок	0	0	1	1	0,995	0,997	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Розчинений кисень	0	0	1	1	0,789	0,786	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Б С К ₅	0	0	1	1	0,447	0,453	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Азот амонійний	0	0	1	1	0,770	0,790	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Нітрити	0	0	1	1	0,217	0,217	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Нітрати	0	0	1	1	0,480	0,480	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Нафто-продукти	0	0	1	1	0,700	0,767	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
С П А Р	1	1	4	4	1,092	1,100	1	1	4	4	брудна		0	0
Фосфати	1	1	4	4	1,157	1,160	1	1	4	4	брудна		0	0
Х С К	0	0	1	1	0,593	0,610	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Залізо	0	0	1	1	0,947	0,950	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
$KIZ = \sum_{i=1}^n S_i$									24	24			0	0
До скиду КІЗ = 24, ПКІЗ = 1,6, 0 ЛПЗ (клас II, «забруднена»)														
Після скиду КІЗ = 24, ПКІЗ = 1,6, 0 ЛПЗ (клас II, «забруднена»)														

Таблиця 3

Результати оцінки якості води р. Лозова за методом КІЗ у 2022 році

Table 3

Results of water quality assessment of the Lozova River using the CIP method in 2022

Показник	Р _i		Бали		К _i		Бали		S _i , бал		Характеристика		ЛПЗ	
	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після
Водневий показник	0	0	1	1	0,906	0,882	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Завислі речовини	0,8	0,5	4	3	1,600	0,700	1	1	4	3	брудна		0	0
Сульфати	0	0	1	1	0,835	0,833	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Хлориди	0	0	1	1	0,961	0,964	1	1	4	4	брудна		0	0
Сухий залишок	0	0	1	1	0,950	0,861	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Розчинений кисень	0	0	1	1	0,784	1,300	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Б С К ₅	0	0	1	1	0,427	0,330	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Азот амонійний	0	0	1	1	0,695	0,685	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Нітрити	0	0	1	1	0,183	0,187	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Нітрати	0	0	1	1	0,468	0,468	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Нафто-продукти	0	0	1	1	0,700	0,733	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
С П А Р	1	1	4	4	1,117	1,017	1	1	4	4	брудна		0	0
Фосфати	0	0	1	1	0,975	1,000	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Х С К	0	0	1	1	0,750	0,547	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Залізо	0	0	1	1	0,860	0,797	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
$KIZ = \sum_{i=1}^n S_i$									21	20			0	0
До скиду КІЗ = 21, ПКІЗ = 1,4, 0 ЛПЗ (клас II, «забруднена»)														
Після скиду КІЗ = 20, ПКІЗ = 1,3, 0 ЛПЗ (клас II, «забруднена»)														

СПАР у обох точках дослідження та завислі речовини у точці до скиду стічних вод про це свідчить розраховані величини повторюваності перевищення (Р_i) та кратності перевищення (К_i). Далі для кожного показника визначено часткові оціночні бали та проведено класифікацію за стійкістю й рівня забруднення. Потім розраховано узагальнені оцінки якості води

S_i), також за кожним показником, й встановлено характеристику якості води. За

показником СПАР у обох точках характеристика якості води визначена як «брудна» («характерна забрудненість низького рівня»). За показником завислі речовини у точці до скиду характеристика якості води визначена як «брудна» («характерна забрудненість низького рівня»), а у точці після скиду характеристика якості води визначена як «брудна» («стійка забрудненість низького рівня»). Інші показники, що досліджувались віднесено до «слабо забруднених»

(«одиночна забрудненість низького рівня»). Жодний з показників не відноситься до лімітуючого показника забруднення.

На наступному етапі класифікації вод розраховано величину комбінаторного індексу забруднення, яка для точки до скиду дорівнює 21, а для точки після скиду – 20. Далі визначено величину питомого комбінаторного індексу, яка для точки до скиду дорівнює 1,4, а для точки після скиду – 1,3. Встановлено, що вода в обох точках відноситься

до II класу якості води й має характеристику забруднення води – «забруднена».

Аналізуючи якість води у р. Лозова у 2023 р. за методом комбінаторного індексу (табл. 4) можна сказати, що перевищення ГДК не виявлено за усіма показниками у обох точках дослідження про це свідчить розраховані величини повторюваності перевищення (P_i) та кратності перевищення (K_i).

Таблиця 4

Результати оцінки якості води р. Лозова за методом КІЗ у 2023 році

Table 4

Results of water quality assessment of the Lozova River using the CIP method in 2023

Показник	P_i		Бали		K_i		Бали		S_i , бал		Характеристика		ЛПЗ	
	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після
Водневий показник	0	0	1	1	0,906	0,906	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Завислі речовини	0	0	1	1	0,893	0,927	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Сульфати	0	0	1	1	0,838	0,839	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Хлориди	0	0	1	1	0,908	0,909	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Сухий залишок	0	0	1	1	0,975	0,975	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Розчинений кисень	0	0	1	1	0,784	0,777	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Б С K_5	0	0	1	1	0,407	0,373	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Азот амонійний	0	0	1	1	0,695	0,700	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Нітрити	0	0	1	1	0,212	0,212	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Нітрати	0	0	1	1	0,469	0,469	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Нафто-продукти	0	0	1	1	0,733	0,767	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
С П А Р	0	0	1	1	0,875	0,883	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Фосфати	0	0	1	1	0,907	0,910	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Х С К	0	0	1	1	0,760	0,760	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Залізо	0	0	1	1	0,860	0,863	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
$KIZ = \sum_{i=1}^n S_i$									15	15			0	0
До скиду $KIZ = 15$, $PKIZ = 1,0$, 0 ЛПЗ (клас I, «слабо забруднена»)														
Після скиду $KIZ = 15$, $PKIZ = 1,0$, 0 ЛПЗ (клас I, «слабо забруднена»)														

Далі для кожного показника визначено часткові оціночні бали та проведено класифікацію за стійкістю й рівня забруднення. Потім розраховано узагальнені оцінки якості води (S_i), також за кожним показником, й встановлено характеристику якості води. Для всіх показників, що досліджувались характеристика якості води визначена як «слабо забруднена» («одиначна забрудненість низького рівня»).

Жодний з показників не відноситься до наступному етапі класифікації вод розраховано величину комбінаторного індексу забруднення, яка для двох точок дорівнює 15. Далі визначено величину питомого комбінаторного індексу, яка дорівнює 1,0, та встановлено, що вода відноситься до I класу якості води й має лімітуючого показника забруднення. На характеристику забруднення води – «слабо забруднена».

Таблиця 5

Результати оцінки якості води р. Лозова за методом КІЗ у 2024 році

Table 5

Results of water quality assessment of the Lozova River using the CIP method in 2024

Показник	Р _i		Бали		К _i		Бали		S _i , бал		Характеристика		ЛПЗ	
	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після
Водневий показник	0	0	1	1	0,882	0,882	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Завислі речовини	0	0	1	1	0,913	0,920	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Сульфати	0	0	1	1	0,844	0,846	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Хлориди	0	0	1	1	0,992	0,996	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Сухий залишок	0	0	1	1	0,963	0,964	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Розчинений кисень	0	0	1	1	0,791	0,789	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Б С К ₅	0	0	1	1	0,374	0,375	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Азот амонійний	0	0	1	1	0,700	0,705	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Нітрити	0	0	1	1	0,173	0,173	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Нітрати	0	0	1	1	0,458	0,458	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Нафто-продукти	0	0	1	1	0,700	0,733	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
С П А Р	0	0	1	1	0,867	0,875	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Фосфати	0	0	1	1	0,893	0,896	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Х С К	0	0	1	1	0,703	0,706	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
Залізо	0	0	1	1	0,833	0,833	1	1	1	1	слабо забруднена		0	0
$KI3 = \sum_{i=1}^n S_i$									15	15			0	0
До скиду КІЗ = 15, ПКІЗ = 1,0, 0 ЛПЗ (клас I, «слабо забруднена»)														
Після скиду КІЗ = 15, ПКІЗ = 1,0, 0 ЛПЗ (клас I, «слабо забруднена»)														

Аналізуючи якість води у р. Лозова за першу половину 2024 р. за методом комбінаторного індексу (табл. 5) можна сказати, що перевищення ГДК не виявлено за усіма показниками у обох точках дослідження про це свідчить розраховані величини повторюваності перевищення (P_i) та кратності перевищення (K_i). Далі для кожного показника визначено часткові оціночні бали та проведено класифікацію за стійкістю й рівня забруднення. Потім розраховано узагальнені оцінки якості води (S_i), також за кожним показником, й встановлено характеристику якості води. Для всіх показників, що досліджувались характеристика якості води визначена як «слабо забруднена» («одиначна забрудненість низького рівня»). Жодний з показників не відноситься до лімітуючого показника забруднення.

На наступному етапі класифікації вод розраховано величину комбінаторного індексу забруднення, яка для двох точок дорівнює 15. Далі визначено величину питомого комбінаторного індексу, яка дорівнює 1,0, та встановлено, що вода відноситься до I класу якості води й має характеристику забруднення води – «слабо забруднена».

Аналізуючи результати визначення питомого комбінаторного індексу забруднення води за період з 2020 р. по перше півріччя 2024 р. у р. Лозова (рис. 3) можемо побачити, що величина індексу немає значних змін та коливається у обох точках від 1,0 у 2023 та 2024 роках до 1,6 у 2021 році. У 2020, 2021 та 2022 роках вода в обох точках відноситься до II класу якості води й має характеристику забруднення води – «забруднена», а у 2023 та 2024 роках теж в обох точках вода відноситься до I

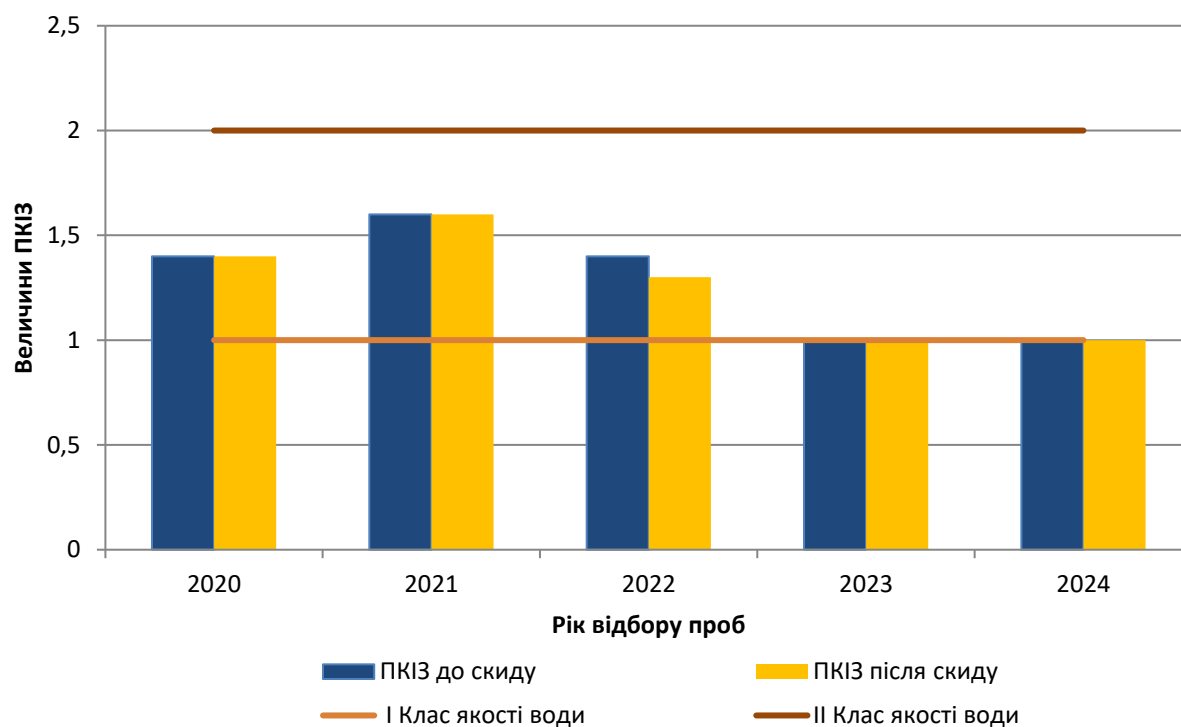


Рис. 3 – Динаміка питомого комбінаторного індексу забруднення води у р. Лозова
Fig. 3 – Dynamics the specific combinatorial index of water pollution in the Lozova River

класу якості води й має характеристику забруднення води – «слабо забруднена».

Результати дослідження (рис. 4) зміни якості води у двох точках спостереження (до скиду стічних вод та після) за середніми значеннями за весь період спостереження за трьома індексами визначають, що клас якості води за всіма трьома індексами не

змінюється після скиду стічних вод підприємства. Аналізуючи зміни якості води річки на основі індексу забруднення води можна побачити незначне погіршення води після скиду стічних вод у 1,004 раз. Аналізуючи зміни якості води річки на основі модифікованого індексу забруднення води можна побачити незначне погіршення води після

скиду стічних вод у 1,070 раз. Аналізуючи зміни якості води річки на основі питомого комбінаторного індексу забруднення води можна побачити незначне покращення води

після скиду стічних вод у 1,016 раз. На це вплинуло перевищення ГДК за показником завислі речовини у точці до скиду стічних у 2022 р.

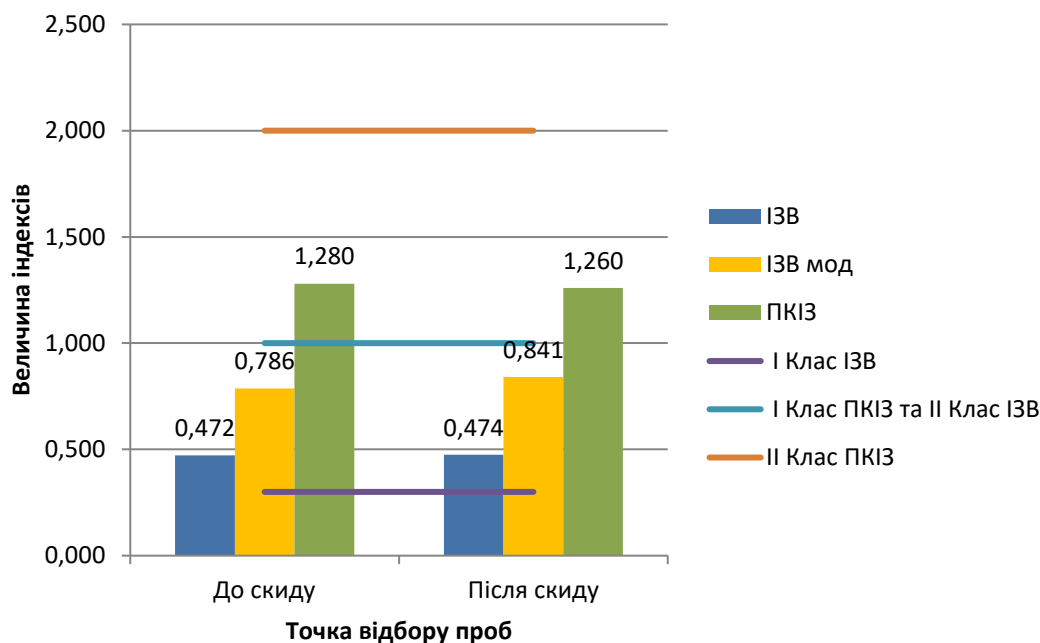


Рис. 4 – Величини індексів вздовж водотоку річки Лозова

Fig. 4 – Index values along watercourse the Lozova River

Якість води річки Лозова у межах села Катеринівка Лозівського району Харківської області за період з 2020 року по перше півріччя 2024 року за методикою оцінки I3B та модифікованого I3B відноситься до II класу якості води та характеризується як

«чиста». За методикою KI3 вода річки у 2020, 2021 та 2022 роках теж відноситься до II класу якості води, але має характеристику – «забруднена», а у 2023 та 2024 роках вода відноситься до I класу якості води й має характеристику – «слабо забруднена».

Висновки

Проведено оцінку якості води річки Лозова у межах села Катеринівка Лозівського району Харківської області за період з 2020 року по перше півріччя 2024 року за трьома методами, а саме індексу забруднення води, модифікованого індексу забруднення та комбінаторного індексу забруднення води. Для оцінки якості води використано гігієнічні нормативи водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення.

Визначено, що відбуваються зміни якості води після скиду стічних вод одного з підприємств залізничного транспорту, спостерігається погіршення якості води в 1,004

раз за середньою величиною I3B та 1,070 раз за середньою величиною модифікованого I3B. За середньою величиною PKI3, навпаки, відбувається покращення води після скиду у 1,016 раз. На це вплинуло перевищення ГДК за показником завислі речовини у точці до скиду стічних у 2022 р. Отже, одне з підприємств АТ «Укрзалізниця» не завдає суттєвого впливу на стан якості поверхневих вод річки Лозова Лозівського району Харківської області.

Якість води річки Лозова за методикою оцінки I3B та модифікованого I3B відноситься до II класу якості води та характеризується як «чиста». За методикою KI3

вода річки у 2020, 2021 та 2022 роках теж відноситься до II класу якості води, але має характеристику – «забруднена», а у 2023 та 2024 роках вода відноситься до I класу якості води й має характеристику – «слабо забруднена». Слід зазначити, що у 2021 році

якість води була найгірша, оскільки фіксуються найбільші показники індексів: ІЗВ – 0,502, модифікований ІЗВ – 0,942 та ПКІЗ – 1,6. Гідрохімічні показники, що визначали клас якості води р. Лозова є СПАР, хлориди, фосфати та завислі речовини.

Конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів. Крім того, автори дотримувались етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України у 2021 році. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Київ: 2022. 514 с. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf>
2. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2023 році. Харків : 2024. 160 с. URL: https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/1285/128411/Attaches/regionalna_dopovid_2023_harkiv.pdf
3. Про схвалення Національної стратегії України на період до 2023 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 № 430-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text>
4. Босак П. В., Лук'янчук Н. Г., Попович В. В. Чинники впливу залізничного транспорту на екологічну безпеку довкілля. *Екологічні науки*. 2022. № 3 (42). 205-210. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.3-42.34> <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2022/3/34.pdf>
5. Пилипчук О. Я., Висоцька Т. І., Пічкур, Т. В. Вплив залізничного транспорту на навколишнє середовище: Проблеми очищення ґрунту від нафтопродуктів. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. 2020. № 3 (30). 113-118. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.19>
6. Антонюк У. В. Сучасний стан і перспективи забезпечення екологічної безпеки у сфері залізничного транспорту в Україні. *Актуальні проблеми держави та права*. 259-266. URL: <http://www.apdp.in.ua/v64/37.pdf>
7. Лоза В. Г., Кухлівський С. В., Косенко Б. Я., Підскребаєв О. М. Способи захисту навколишнього середовища на транспорті України. URL: <http://stp.diit.edu.ua/article/download/14393/12208>
8. Транспортна екологія : навчальний посібник. О. І. Запорожець та ін. / за загал. ред. С. В. Бойченка. Київ : НАУ. 2017. 507 с.
9. Попович В. В., Босак П. В. Вплив залізничного транспорту на стан довкілля України. Охорона праці: освіта і практика. Проблеми та перспективи розвитку охорони праці: Зб. наук. праць II Всеукраїнської науково-практичної конференції викладачів та фахівців-практиків та XII Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, аспірантів та ад'юнктів. Львів: ЛДУ БЖД, 2022. 75-76. URL: https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/10208/1/conference_collection_of_materials_compressed.pdf
10. Калимбет М. В., Зеленько Ю. В. Концепції щодо впровадження екологічно чистих та ресурсозберігаючих технологій експлуатації залізничного транспорту. Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту : матеріали 79-ї Міжнародної науково-практичної конференції. Дніпров. нац. ун-т заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпро : Дніпров. нац. ун-т заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2019. 299–301.
11. Хатнюк Ю. А. Поняття та суть екологічної безпеки у діяльності залізничного транспорту України. *Вісник Чернівецького факультету Національного університету «Одеська юридична академія»*. 2015. № 1. С. 210-218. URL: <http://dspace.lvduvs.edu.ua/handle/1234567890/2945>
12. Otto A., Kellermann P., Annegret H. Thiekena, Costac M. M., Carmonac M., Bubecka P. Risk reduction partnerships in railway transport infrastructure in an alpine environment. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2019. Vol. 33. 385–397. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.10.025>
13. Palinsky J., Fabianova J., Mikusova N. Innovative Trends in the Field of Railway Transport and Infrastructure in the Conditions of Railways of the Slovak Republic. *Transportation Research Procedia*. 2024. Volume 77. 218-223. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2024.01.029>
14. Yoo S., Kumagai J., Aki R., Managi S. Railway network expansion reduces air pollution in Tokyo over 25 years. *Sustainable Cities and Society*. 2025. Vol. 127. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.106408>
15. Benoliel M. A., Ferreira P., Matos Silva C. Green urban railway stations: A methodology to assess and improve sustainability. *Transportation Research Procedia*. 2023. Vol. 72. P.1515-1522. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.618>

16. Природоохоронна діяльність АТ «Укрзалізниця» 2018-2022 : Інформаційно-аналітичний вісник. І. В. Юрченко та ін. Київ : Департамент безпеки руху, охорони праці та екологічної безпеки АТ «Укрзалізниця». 2023. 72 с.
17. Грищенко А. В., Васенко О. Г., Колісник А. В. та ін. Сучасний екологічний стан української частини річки Сіверський Донець (експедиційні дослідження). Харків : ВПП «Контраст», 2011. 340 с.
18. Жук В. М., Коробкова Г. В. Інтегральна оцінка сучасного якісного стану р. Сіверський Донець у межах Харківської області. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2015. Вип. 1–2. 103–109. URL: <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/3909/3476>
19. 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. 66-70. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2016-14-09>
20. Рибалова О. В., Бригада О. В., Ільїнський О. В., Бондаренко О. О. Оцінка екологічного стану басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області. *The scientific heritage*. № 49 (2020). 27–32. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/12371>.
21. Васенко О. Г., Брук В. В., Карлюк А. А., Свиридов Ю. В. Прогнозування якості води в річках Дунай та Сіверський Донець за допомогою геоінформаційних технологій. *World science*. Poland, 2019. № 11(51). 45–136. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30112019/6766
22. Безсонний В. Л., Третьяков О. В., Буц Ю. В. Охорона поверхневих джерел водопостачання від антропогенного впливу (на прикладі р. Сіверський Донець). *Проблеми екологічної безпеки : XVII Міжнар. наук.-техн. конф.: зб. наук. праць. Кременчук, 2019. 100-104. URL: https://repository.hneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/22732/1/Bezsonnyi_knf_kremenchuk.pdf*
23. Bezsonnyi V., Ponomarenko R., Tretyakov O., Asotsky V., Kalynovskyi A. Regarding the choice of composite indicators of ecological safety of water in the basin of the Siversky Donets. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 2021, 30(4), 622-631. DOI: <https://doi.org/10.15421/112157>
24. Крайнюков, О. М., Кривицька, І. А., Зюзь, Т. М. Еколого-токсикологічна оцінка якості води річки Лопань в межах Дергачівського району Харківської області. *Молодий вчений*, 2020. Т. 3 (79). 168-174. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-3-79-37>
25. 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. 17–25. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-29-02>
26. Рибалова О. В., Ільїнський О. В., Бондаренко О. О., Макаров Є. О., Жук, В. М. Визначення екологічних нормативів для басейну річки Уди в межах Харківської області. *World Science*. № 1(41), Vol.1, 2019. 36–43. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/31012019/6296
27. / M. G. Uddin та ін. Performance analysis of the water quality index model for predicting water state using machine learning techniques *Process Safety and Environmental Protection*. 2023. Т. 169. 808–828. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.11.073>
28. B. Pan та ін. Determination of key parameters in water quality monitoring of the most sediment-laden Yellow River based on water quality index. *Process Safety and Environmental Protection*. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.05.067>
29. J. Wang та ін. Identification of pollution source and prediction of water quality based on deep learning techniques. *Journal of Contaminant Hydrology*. 2023. С. 104287. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2023.104287>
30. Mihali C., Dippong T. Water quality assessment of Remeti watercourse, Maramureş, Romania, located in a NATURA 2000 protected area subjected to anthropic pressure. *Journal of Contaminant Hydrology*. 2023. С. 104216. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2023.104216>
31. Денисик Г. І., Лозова. Енциклопедія сучасної України / редкол. І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк та ін. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України. 2016. Електронний ресурс. URL: <https://esu.com.ua/article-56244>
32. Зленко Г. О., Кулик М. І. Оцінка впливу об'єктів інфраструктури залізниці на стан поверхневих вод річки Лозова Харківської області. *Охорона довкілля: збірник наукових статей XX Всеукраїнських наукових Талі-ївських читань*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2024 р. 121 – 124. (25 жовтня 2024 р.). URL: <https://ekhnuir.karazin.ua/handle/123456789/19452>
33. Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення, затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 02.05.2022 № 721. URL: https://moz.gov.ua/uploads/7/36944-dn_721_02_05_2022_dod.pdf
34. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод: підручник. Київ: Ніка. Центр, 2001. 264 с.
35. 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. 42–53. URL: <http://uhmj.odeku.edu.ua/wp-content/uploads/2016/08/5-Yurasov-Kurianova.pdf>

36. Кулик М. І., Лісняк А. А. Оцінка якості поверхневих вод у річці Сіверський Донець в межах Харківської області у 2023 році. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2024. Вип. 41. 83 - 99. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-41-06>

Стаття надійшла до редакції 30.04.2025

Стаття рекомендована до друку 04.06.2025

H. O. ZLENKCO,

Leading Engineer of the Southern Territorial Division
of the Department of Traffic Safety, Labor Protection and Environmental Safety
e-mail: anna-zlenko@ukr.net

*Regional branch office «Southern Railway» «Ukrzaliznytsia»,
7 Yevhen Kotlyar St., Kharkiv, 61052, Ukraine*

M. I. KULYK, PhD (Technical), Assoc. Prof.,

Associate Professor of the Department of Ecology and Environmental Management

e-mail: m.kulyk@karazin.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0605-9367>

*V. N. Karazin Kharkiv National University
4, Svobody Square, Kharkiv, 61022, Ukraine*

**INFLUENCE OF RAILWAY TRANSPORT ENTERPRISES ON THE STATE
OF SURFACE WATERS USING THE EXAMPLE OF KHARKIV REGION**

Purpose. To determine the impact of one of the railway transport enterprises on the state of surface waters on the example of the Lozova River in the Lozova District of the Kharkiv Region based on the determination of water quality indices.

Methods. The water pollution index (WPI), the modified water pollution index (WPI mod) and the combinatorial water pollution index (CPI).

Results. It was determined that changes in water quality occur after the discharge of wastewater from one of the railway transport enterprises, a deterioration in water quality is observed by 1.004 times according to the average WPI value and 1.070 times according to the average modified WPI value. According to the average PCPI, on the contrary, there is an improvement in water after discharge by 1.016 times. This was influenced by the exceeding of the MPC for suspended solids at the point of wastewater discharge in 2022. The water quality of the Lozova River according to the method of assessing the WPI and modified WPI belongs to the II class of water quality and is characterized as “clean”. According to the CPI method, the river water in 2020, 2021 and 2022 also belongs to the II class of water quality, but has the characteristic of “polluted”, and in 2023 and 2024 the water belongs to the I class of water quality and has the characteristic of “slightly polluted”. The hydrochemical indicators that determined the water quality class of the Lozova River are SPAR, chlorides, phosphates and suspended solids.

Conclusions. The one of the enterprises of JSC "Ukrzaliznytsia" does not significantly affect the quality of surface waters of the Lozova River in the Lozova district of the Kharkiv region.

KEY WORDS: railway transport, surface waters, water pollution index, combinatorial pollution index

References

1. National Report on the State of the Environment of Ukraine in 2021. (2022). Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. Kyiv. Retrieved from <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf> (in Ukrainian)
2. Report on the state of the environment in the Kharkiv region in 2023: (2024). Department of Environmental Protection and Nature Management. Kharkiv Regional Military (State) Administration. Retrieved from https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/1285/128411/Attaches/regionalna_dopovid_2023_harkiv.pdf (in Ukrainian)
3. On approval of the National Strategy of Ukraine for the period until 2023. (2018). Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 05/30/2018 No. 430-p. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text> (in Ukrainian)

4. Bosak, P. V., Lukianchuk, N. H., & Popovych, V. V. (2022). Factors influencing railway transport on environmental safety. *Ecological Sciences*. 3 (42). 205-210. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.3-42.34> (in Ukrainian)
5. Pylypchuk O. Ya., Vysotska T. I., & Pichkur, T. V. (2020). Impact of railway transport on the environment: Problems of soil purification from oil products. *Ecological sciences*, 3(30), 113-118. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.19> (in Ukrainian)
6. Antoniuk, U. V. (2012). Current status and prospects for ensuring environmental safety in the railway transport sector in Ukraine. *Current problems of the state and law*. 64(37) 259-266. Retrieved from <http://www.apdp.in.ua/v64/37.pdf> (in Ukrainian)
7. Loza, V. G., Kuhlivskiy, S. V., Kosenko, B. Ya. & Pidskrebaev, O. M. (2008). Methods of environmental protection in Ukrainian transport. Retrieved from <http://stp.diit.edu.ua/article/download/14393/12208> (in Ukrainian)
8. Zaporozhets, O. I., Boychenko, S. V., Matveeva, O. L., Shamansky, S. Y., Dmytrukha, T. I. & Madzhd, S. M. (2017). In S. V. Boychenko, (Ed.). *Transport ecology*. Kyiv: NAU. (in Ukrainian)
9. Popovych, V. V. & Bosak, P. V. (2022). The impact of railway transport on the state of the environment in Ukraine. *Proceedings of the II All-Ukrainian scientific and practical conference of teachers and practitioners Occupational safety: education and practice and the XII All-Ukrainian scientific and practical conference of cadets, students, postgraduates and adjuncts. Problems and prospects for the development of occupational safety*. Lviv: LDU BZHD. 75-76. Retrieved from https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/10208/1/conference_collection_of_materials_compressed.pdf (in Ukrainian)
10. Kalymbet, M. V. & Zelenko, Yu. V. (2018). Implementation of the concept of environmentally friendly and resource-saving technologies for the operation of railway transport. *Proceedings of the VI All-Ukrainian Scientific and Technical Conference of Students, Postgraduate Students and Young Scientists "Youth: Science and Innovations". Volume 10 – Environmental Problems of the Region*. 13-14. Retrieved from <https://rmv.nmu.org.ua/ua/arkhiv-zbirok-konferentsiy/molod-nauka-ta-innovatsii-2018/%D0%A2%D0%BE%D0%BC%2010.pdf> (in Ukrainian)
11. Khatniuk Yu. A. (2015). Poniattia ta sut ekolohichnoi bezpeky u diialnosti zaliznychnoho transportu Ukrainy. *Juris Europensis Scientia*, (1), 210-218. <http://dspace.lvduvs.edu.ua/handle/1234567890/2945> (in Ukrainian)
12. Ottoa, A., Kellermann, P., Annegret, H. Thiekena, Costac, M. M., Carmonac, M. & Bubecka P. (2019). Risk reduction partnerships in railway transport infrastructure in an alpine environment. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 33, 385–397. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.10.025>
13. Palinsky, J., Fabianova, J. & Mikusova, N. (2024). Innovative Trends in the Field of Railway Transport and Infrastructure in the Conditions of Railways of the Slovak Republic. *Transportation Research Procedia*, 77, 218-223. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2024.01.029>
14. Yoo, S., Kumagai, J., Aki, R. & Managi S. (2025). Railway network expansion reduces air pollution in Tokyo over 25 years. *Sustainable Cities and Society*. 127. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.106408>
15. Benoliel, M. A., Ferreira, P. & Matos Silva, C. (2023). Green urban railway stations: a methodology to assess and improve sustainability. *Transportation Research Procedia*. 72. 1515-1522. <https://doi.org/10.1016/j.trpro..2023.11.618>
16. Yurchenko, I. V. (2023). Environmental protection activities of JSC "Ukrzaliznytsia" 2018-2022: *Information and analytical bulletin*. Kyiv: Department of traffic safety, labor protection and environmental safety of JSC "Ukrzaliznytsia". (in Ukrainian)
17. Hrytsenko, A. V., Vasenko, O. H., Kolisnyk, A. V. (2011). Current ecological state of the Ukrainian part of the Siverskyi Donets River (expeditionary research). Kharkiv : VPP «Kontrast». (in Ukrainian)
18. Zhuk, V. M. & Korobkova, H. V. (2015). Integral assessment of the current qualitative state of the Siverskyi Donets River within the Kharkiv region. *Man and the environment. Problems of neoecology*. (1–2), 103–109. Retrieved from <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/3909/3476> (in Ukrainian)
19. Korobkova, H. V. (2016). Current ecological state of the Siverskyi 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)
20. Rybalova, O. V., Bryhada, O. V., Ilinskyi, O. V. & Bondarenko, O. O. (2020). Assessment of the ecological state of the Siverskyi Donets River basin within the Kharkiv region. *The scientific heritage*, (49), 27–32. Retrieved from <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/12371> (in Ukrainian)
21. Vasenko, O. H., Bruk, V. V., Karliuk, A. A. & Svyrydov, Yu. V. (2019). Forecasting water quality in the Danube and Seversky Donets rivers using geoinformation technologies. *World science. Poland*. 11(51), 45–136. https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30112019/6766 (in Ukrainian)
22. Bezsonnyi, V. L., Tretiakov, O. V. & Buts Yu. V. (2019). Protection of surface water sources from anthropogenic impact (on the example of the Siverskyi Donets River). *Proceedings of the XVII International Scientific and*

- Technical Conference: Problems of ecological safety*. Kremenchuk. 100-104. Retrieved from https://repository.hneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/22732/1/Bezsonnyi_knf_kremenchuk.pdf (in Ukrainian)
23. Bezsonnyi, V., Ponomarenko, R., Tretyakov, O., Asotsky, V. & Kalynovskyi, A. (2021). Regarding the choice of composite indicators of ecological safety of water in the basin of the Siversky Donets. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 30(4). 622-631. <https://doi.org/10.15421/112157>
24. Krainiukov, O. M., Kryvytska, I. A. & Ziuz, T. M. (2020). Ecological and toxicological assessment of the water quality of the Lopan River within the Dergach district of the Kharkiv region. *Young scientist*. 3 (79). 168-174. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-3-79-37> (in Ukrainian)
25. Biriukov, O. V. (2023). Hydrochemical analysis of the dynamics of changes in the quality of surface waters of 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)
26. Rybalova, O. V., Ilinskyi, O. V., Bondarenko, O. O., Makarov, Ye. O. & Zhuk, V. M. (2019). Determination of environmental standards for the Uda River basin within the Kharkiv region. *World Science*, 1(41), 36–43. https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/31012019/6296 (in Ukrainian)
27. Uddin, M. G., Nash, S., Rahman, A. & Olbert, A. I. (2023). Performance analysis of the water quality index model for predicting water state using machine learning techniques. *Process Safety and Environmental Protection*. 169. 808–828. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.11.073>
28. Pan, B., Han, X., Chen, Y., Wang, L. & Zheng, X. (2022). Determination of key parameters in water quality monitoring of the most sediment-laden Yellow River based on water quality index. *Process Safety and Environmental Protection*. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.05.067>
29. Wang, J., Xue, B., Wang, Y., Yinglan, A., Wang, G. & Han D. (2023). Identification of pollution source and prediction of water quality based on deep learning techniques. *Journal of Contaminant Hydrology*. 104287. <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2023.104287>
30. Mihali, C. & Dippong, T. (2023). Water quality assessment of Retea watercourse, Maramureş, Romania, located in a NATURA 2000 protected area subjected to anthropic pressure. *Journal of Contaminant Hydrology*. 104216. <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2023.104216>
31. Denisyk, G. I. (2016). Lozova. In I. M. Dzyuba, A. I. Zhukovsky, M. G. Zheleznyak, (Eds.) *Encyclopedia of Modern Ukraine*. Kyiv: Institute of Encyclopedic Research of the NAS of Ukraine. Retrieved from <https://esu.com.ua/article-56244> (in Ukrainian)
32. Zlenko, H. O. & Kulyk, M. I. (2024). Assessment of the impact of railway infrastructure facilities on the state of surface waters of the Lozova River in Kharkiv Oblast. *Proceedings of Scientific Articles of the 20th All-Ukrainian Scientific Teliiv Readings: Environmental Protection*. Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University. 121-124. Retrieved from <https://ekhnuir.karazin.ua/handle/123456789/19452> (in Ukrainian)
33. Hygienic standards of water quality of water bodies to meet drinking, household and other needs of the population. (2022). Approved by the Order of the Ministry of Health of Ukraine dated 02.05.2022 No. 721. Retrieved from https://moz.gov.ua/uploads/7/36944-dn_721_02_05_2022_dod.pdf (in Ukrainian)
34. Snizhko, S. I. (2001). Assessment and prediction of natural water quality: textbook. Kyiv: Nika. Center. 264. (in Ukrainian)
35. Yurasov, S. N., Kurianova, S. O. & Yurasov, N. S. (2009). Comprehensive assessment of water quality using various methods and ways to improve it. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*. (5). 42 - 53. Retrieved from <http://uhmj.odeku.edu.ua/wp-content/uploads/2016/08/5-Yurasov-Kurianova.pdf> (in Ukrainian)
36. Kulyk, M. I. & Lisnyak, A. A. (2024). Assessment of surface water quality in the Siversky Donets river within Kharkiv region in 2023. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, (41), 83 – 99. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-41-06> (in Ukrainian)

The article was received by the editors 30.04.2025

The article is recommended for printing 04.06.2025