



Copyright (c) 2025 Olha Biedunkova, Pavlo Kuznietsov

Ця робота ліцензується відповідно до [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) / This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Ольга Бедункова, Павло Кузнецов

ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ
У ЗОНІ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ ВОДНОГО СКИДУ

Olha Biedunkova, Pavlo Kuznietsov

STUDY OF ORGANIC POLLUTION OF SURFACE WATERS OF THE RIVER
IN THE ZONE OF ANTHROPOGENIC IMPACT OF WATER DISCHARGE

АНОТАЦІЯ

Мета роботи. Метою дослідження був аналіз якості води річки Стир за індексами органічного забруднення (ІОЗ). Завдання дослідження включали моніторинг змін концентрацій органічного забруднення за хімічними показниками у воді р. Стир в зоні впливу водного скиду Рівненської атомної електростанції (РАЕС) та розрахунок ІОЗ за різними методиками. Об'єктом дослідження є поверхневі води р. Стир, зокрема їх органічне забруднення за значеннями ІОЗ. Предметом дослідження є варіації ІОЗ та їх динаміка під дією антропогенного впливу водного скиду РАЕС.

Методологія. Дослідження охопило період 2020–2022 років та ґрунтувалося на аналізі хімічних показників біохімічного споживання кисню (БСК₅), хімічного споживання кисню (ХСК), концентрацій нітратів (NO₃⁻), амонійного азоту (N-NH₃), нітритів (NO₂⁻), ортофосфатів (PO₄³⁻) і розчиненого кисню (РК). Для визначення динаміки ІОЗ використовували кілька методик розрахунку, а також статистичний аналіз отриманих даних. Оцінка екологічного стану р. Стир проводилась відповідно до нормативів гранично допустимих концентрацій (ГДК) для водойм рибогосподарського та господарсько-побутового призначення.

Наукова новизна. У роботі здійснено комплексний аналіз динаміки органічного забруднення р. Стир у зоні впливу РАЕС, враховуючи різні методики розрахунку ІОЗ. Застосовані підходи дозволяють адаптувати методики дослідження для інших водних об'єктів, що є важливим для покращення екологічного моніторингу.

Висновки. Результати дослідження свідчать, що за ІОЗ вода річки Стир переважно відповідає стану «чисті», але спостерігалися окремі періоди перевищення порогових значень. У теплий період зростає органічне забруднення через підвищення ХСК і БСК₅, тоді як у зимовий сезон домінує накопичення NO₃⁻, та максимальні концентрації N-NH₃ часто перевищували ГДК рибогосподарського призначення, що свідчить про вплив органічних забруднень.

Ключові слова: річка Стир, водний скид, індекс органічного забруднення, антропогенне навантаження

ABSTRACT

Objective. The purpose of the study was to analyze the impact of RNPP water discharges on the water quality of the Styr River by the organic pollution indices (OPI). The objectives of the study included monitoring changes in organic pollution concentrations by the following indicators: biochemical oxygen demand (BOD₅), chemical oxygen demand (COD), nitrate (NO₃⁻), ammonium nitrogen (N-NH₃), nitrite (NO₂⁻), orthophosphate (PO₄³⁻) and dissolved oxygen (DO) concentrations in the water of the Styr River in the zone of influence of the Rivne Nuclear Power Plant (RNPP) water discharge and calculation of the OPI by different methods. The object of the study is the surface waters of the Styr River, in particular, their organic pollution by the values of the OPI. The subject of the study is the variations of the OPI calculated by different methods and their dynamics under the influence of anthropogenic factor of influence of water discharge from the RNPP.

Methodology. The study covered the period of 2020–2022 and was based on the analysis of chemical indicators: BOD₅, COD, NO₃⁻, N-NH₃, NO₂⁻, PO₄³⁻, and DO. Several calculation methods and statistical analysis of the data were used to determine the dynamics of the OPI. The assessment of the ecological state of the Styr River was carried out in accordance with the standards of maximum allowable concentrations (MAC) for fishery and domestic water bodies.

Scientific novelty. The study provides a comprehensive analysis of the dynamics of organic pollution of the Styr River in the RNPP impact zone, taking into account different methods of calculating the OPI. The applied approaches allow us to adapt the research methods for other water bodies, which is important for improving environmental monitoring.

Conclusions. The results of the study show that the water of the Styr River mostly corresponds to the 'clean' state according to the OPI, but there were some periods of exceeding the thresholds. In the warm season, organic pollution increases due to an increase in COD and BOD₅, while in the winter season, the accumulation of NO₃⁻ dominates, and the maximum concentrations of N-NH₃ often exceeded the MAC for fisheries, indicating impact of organic pollution.

Key words: Styr River, water discharge, organic pollution index, anthropogenic load

Постановка проблеми

Вода є одним із найважливіших природних ресурсів, життєво необхідним для забезпечення різноманітних потреб, однак якість води значною мірою визначає її придатність для використання, а підтримання нормативів якості є актуальною екологічною та соціальною проблемами. Забруднення поверхневих вод, зокрема органічне, може значно впливати на збалансованість екосистем, що робить моніторинг показників якості води та контроль джерел забруднення пріоритетним завданням. Розвиток органічного забруднення визначають біогенні хімічні елементи азоту, вуглецю, фосфору та кисню та відповідні хімічні показники концентрації біологічне споживання кисню (БСК₅), хімічне споживання кисню (ХСК), концентрація нітратів (NO₃⁻), амонійного азоту (N-NH₃), нітрит-іонів (NO₂⁻), фосфатів (PO₄³⁻) та розчиненого кисню (РК) (Chen et al., 2023).

Відповідними документами що регулюють вплив водних скидів на навколишнє середовище в Україні є Водний кодекс України (ВКУ) (Water Code of Ukraine, 1995) та Водна рамкова директива (ВДР) (Directive 2000/60/ЕС, 2000). Екологічний стандарт якості (ЕСЯ) є ключовим поняттям ВРД та визначається для окремої речовини, який має значення нормованої концентрації для обмеження негативного впливу на здоров'я людини та довкілля. ВКУ встановлює аналог ЕСЯ – гранично допустиму концентрацію

(ГДК) речовини у воді, за якої визначається придатність води для конкретних цілей водокористування. На поверхневі води річки в межах населеного пункту розповсюджуються ГДК (табл. 1) для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення за Hygienic requirements... (2022), інші ділянки до рибо-господарських потреб за List of maximum permissible concentrations... (1990). Таким чином на різні ділянки річки можуть бути розповсюджені різні екологічні нормативи, тому актуальним є оцінка екологічного стану водойми з використанням різних нормативів.

Попередні дослідження, такі як роботи (Kuznietsov & Biedunkova, 2023; Kuznietsov & Biedunkova, 2024) акцентують на важливості екологічної безпеки у моніторингу водних об'єктів в зоні скидів атомної електростанції (АЕС). Особливу увагу приділено залежності екологічного стану водойм від антропогенних факторів, зокрема водних скидів атомних електростанцій. Індекс органічного забруднення (ІОЗ) визнаний надійним інструментом оцінки стану водних екосистем. У численних роботах (Chen et al., 2023; VishnuRadhan et al., 2017; Makki et al., 2023; Son et al., 2020) було запропоновано різні методології його розрахунку. Щоб зрозуміти ситуацію з якістю води та вплив антропогенної діяльності на погіршення якості води в річці, було проведено дослідження з використанням часових рядів даних про параметри якості води.

Таблиця 1

Значення ГДК для водойм рибогосподарського (F) та господарсько-побутового призначення (H)

Показник	F	H
РК, мгО ₂ /дм ³	не менше 4,0 в будь-який період року в пробі, відібраній до 12-ї години дня	
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	3,0 ¹⁾	3,0
ХСК, мгО/дм ³	50,0 ¹⁾	30,0
N-NH ₃ , мг/дм ³	0,5	2,0
NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	0,08	3,3
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	40,0	45,0
PO ₄ ³⁻ , мг/дм ³	2,14 ²⁾	3,5

Примітки: ¹⁾ – ВІДПОВІДНО ДО Environmental safety standards..., 2012;

²⁾ – ВІДПОВІДНО ДО Guidelines for the development..., 2021

Матеріали та методи дослідження

Відбір проб води для дослідження проводили на ділянках р. Стир до водозабору (А) та після (В) водного скиду РАЕС. Відбір проб та вимірювання хімічних показників здійснювався відповідно до стандартних методів (таблиця 2), із застосуванням атестованих вимірювальних методик.

Аналіз хімічних показників проб включав вимірювання концентрацій БСК₅, ХСК, NO₃⁻, N-NH₃, NO₂⁻, PO₄³⁻ та РК. Контроль хімічних показників здійснювався сертифікованою лабораторією РАЕС (свідоцтво про визнання вимірювальних можливостей №R-8/11-57-5 від 22.12.17 р.).

Таблиця 2

Характеристика методів вимірювання¹⁾ показників якості води, що використані у дослідженні

Показник	ДВ	δ, %	Метод	ЗВ
РК, мгО ₂ /дм ³	1,0 - 14	0,5 - 2,0: ±20 %; понад 2,0: ±10 %	MVV 081/12-0008-01, 2001	Бюретка, ваги лабораторні
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	0,5 - 15	0,5 - 2: δ = ±(90 - 27) %; 2 - 5: δ = ±(27 - 11) %; 5 - 15 %: δ = ±(11 - 5) %	KND 211.1.4.024-95, 1995	
ХСК, мгО/дм ³	5 - 100	5 - 10: δ = ±(65 - 34) %; 10 - 30: δ = ±(34 - 14) %; 30 - 100: δ = ±(14 - 9) %	KND 211.1.4.021-95, 1995	
N-NH ₃ , мг/дм ³	0,1 - 50,0	0,1 - 0,5: ±20 %; 0,5 - 50: ±9 %	MVV 081/12-0106-03, 2003	Спектрофотометр ULAB S102 чи UNIKO 1201
NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	0,05 - 1,0	±50 %	KND 211.1.4.023-95, 1995	
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	0,5 - 100	±25 %;	MVV 081/12-0651-09, 2009	
PO ₄ ³⁻ , мг/дм ³	0,05 - 100	0,05 - 0,50: ±15 %; 0,5 - 100: ±10 %	MVV 081/12-0005-01, 2001	

Примітка: ¹⁾ – ДІ – діапазон вимірювання; δ – межі відносної похибки;

ЗВ – засоби вимірювань; концентрація DIN розраховувалась як сума концентрацій NO₃⁻, N-NH₃, NO₂⁻ в перерахунок на азот

Статистичний аналіз включав обчислення середніх значень (M), стандартних відхилень (SD), коефіцієнту варіацій (CV) та діапазону (min-max) для кожного з хімічних показників. Програмне забезпечення Minitab software (Version 21.4.1, Minitab, LLC) було застосоване для статистичної обробки даних.

Коефіцієнт кореляції Пірсона (*r*) використовувався для визначення сили лінійного зв'язку між двома змінними. У діапазоні $-0,1 < r < 0,1$ зв'язок між змінними відсутній; *r* у діапазоні від 0,10 до 0,39 або від $-0,10$ до $-0,39$ вказує на слабку позитивну або негативну кореляцію відповідно; *r* у діапазоні від 0,40 до 0,65 або від $-0,40$ до $-0,65$ вказує на середню (помірну) позитивну або негативну кореляцію відповідно; *r* у діапазоні від 0,65 до 0,9 або від $-0,65$ до $-0,9$ вказує на сильну позитивну або негативну кореляцію відповідно, *r* у діапазоні від 0,9 до 1,0 або від $-0,9$ до $-1,0$ вказує на дуже сильну позитивну або негативну кореляцію відповідно (Qian et al., 2024).

Для оцінки органічного забруднення води використовувалися чотири методики розрахунку ІОЗ. Методика (Chen et al., 2023) базується на використанні хімічних показників БСК₅, ХСК, NO₃⁻, PO₄³⁻ та РК та розраховується за формулою (1). Методика (Radhan et al., 2017) передбачає розрахунок ІОЗ із заміною показника NO₃⁻ на N-NH₃ та виключенням PO₄³⁻ та розраховується за формулою (2). Методика (Makki et al., 2023) для розрахунку ІОЗ враховує лише БСК₅, NO₃⁻, PO₄³⁻ та розраховується за формулою (3). Методика (Son et al., 2023) для розрахунку ІОЗ включає ХСК, сумарну концентрацію сполук азоту (DIN), PO₄³⁻ та РК, що розраховується за формулою (4).

$$IOZ = \frac{BCK_5^i}{BCK_5^0} + \frac{XCK^i}{XCK^0} + \frac{NO_3^i}{NO_3^0} + \frac{PO_4^{3-i}}{PO_4^{3-0}} - \frac{PK^i}{PK^0} \quad (1)$$

$$IOZ = \frac{BCK_5^i}{BCK_5^0} + \frac{XCK^i}{XCK^0} + \frac{N-NH_3^i}{N-NH_3^0} - \frac{PK^i}{PK^0} \quad (2)$$

$$IOZ = \frac{\sum_{i=1}^n C_{mi}}{n} \cdot 10 \quad (3)$$

$$IOZ = \frac{XCK^i}{XCK^0} + \frac{DIN^i}{DIN^0} + \frac{PO_4^{3-i}}{PO_4^{3-0}} - \frac{PK^i}{PK^0} \quad (4)$$

де $C_i(i)$ – фактична концентрація певного показника; $C_{mi}(o)$ – ГДК для відповідного типу водойм; n – кількість хімічних показників у розрахунку.

Якщо значення ІОЗ ≥ 2 розраховані за формулами (1, 2), то це свідчить про те, що природна вода починає забруднюватися органічними речовинами. Для ІОЗ, розрахованого за формулою (3), встановлені такі рівні: відсутнє < 10 ; слабке 10–29; середнє 30–39; слабке 40–49; погіршується 50–59;

погане 60–69. ІОЗ, розрахований за (4), поділяється на чотири категорії: відмінний, при значеннях < 0 ; добрий, при значеннях 0–1; забруднений, при значеннях 1–4; надзвичайно забруднений, при значеннях 4–5.

Результати дослідження

Зміна концентрацій за контрольованими показниками у воді р. Стир в зоні впливу водних скидів РАЕС демонструє широкий діапазон коливань (табл. 3).

Таблиця 3

Зміна концентрацій за контрольованими показниками у воді р. Стир в зоні впливу водних скидів

Показник	Одиниці вимірювання	min–max	M	SD	CV, %
NO ₃ ⁻	мг/дм ³	12,18–20,07	15,81	±0,49	52,74
NO ₂ ⁻	мг/дм ³	0,02–0,22	0,09	±0,06	45,78
N–NH ₃	мг/дм ³	0,25–1,93	0,56	±1,17	59,17
ХСК	мгО/дм ³	17,6–83,2	45,7	±22,5	46,9
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	0,86–3,87	1,32	±0,17	23,4
PO ₄ ³⁻	мг/дм ³	0,09–0,59	0,295	±0,13	35,9
РК	мгО ₂ /дм ³	7,56–13,65	10,54	±2,32	25,4

Значення І–А–ІОЗ та І–В–ІОЗ (Рис. 1) для місць відбору А (до скиду) та В (після скиду), розраховані за формулою (1) для ГДК F та H характеризувалися як «чисті», за винятком окремих періодів із перевищенням ІОЗ > 2 , що відповідало стану «забруднені». Перевищення І–(А,В)–ІОЗ спостерігалися при зростанні значень ХСК і БСК₅ у теплий період та NO₃⁻ у холодний період року.

Значення ІІ–А–ІОЗ та ІІ–В–ІОЗ (Рис. 2), для місць відбору А (до скиду) та В (після

скиду) розраховані за формулою (2) для ГДК нормативів F та H мали подібну до І–(А,В)–ІОЗ динаміку: загалом показник відповідав «чистим» значенням із незначними періодами «забруднені».

Значення ІІІ–А–ІОЗ та ІІІ–В–ІОЗ (Рис. 3), розраховані за формулою (3) для ГДК нормативів F та H не виявляли органічного забруднення протягом жодного сезону, а рівень забруднення води варіювався між «відсутнім» та «слабким».

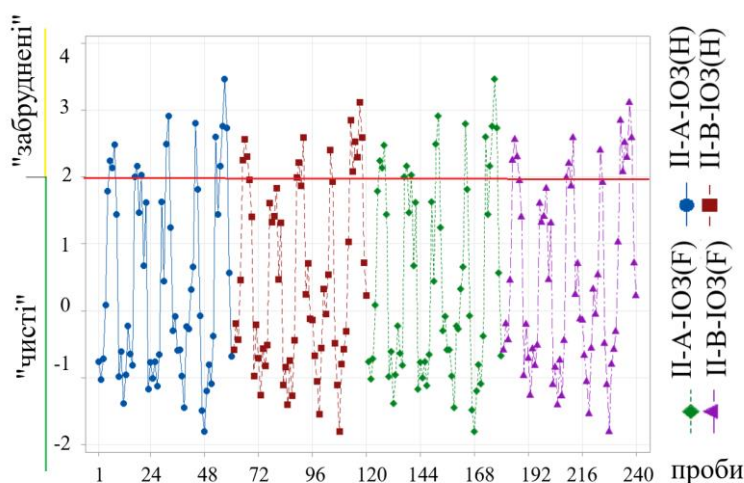


Рис. 1. Значення ІОЗ та характеристика органічного забруднення для води р. Стир розраховані за формулою (1)

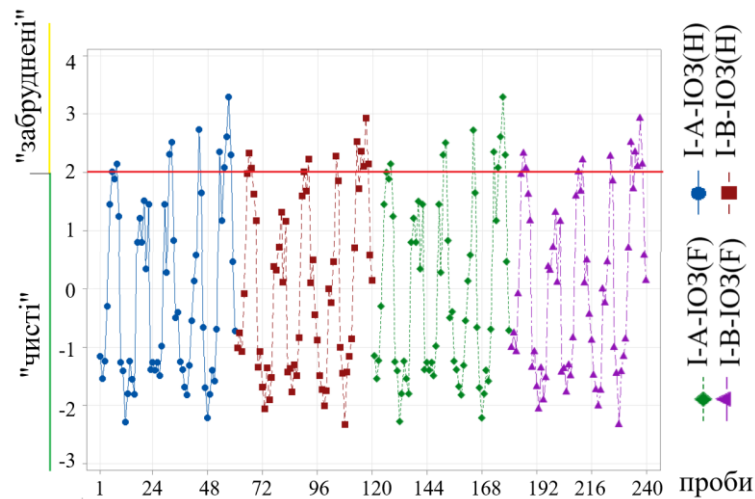


Рис. 2. Значення ІОЗ та характеристика органічного забруднення для води р. Стир розраховані за формулою (2)

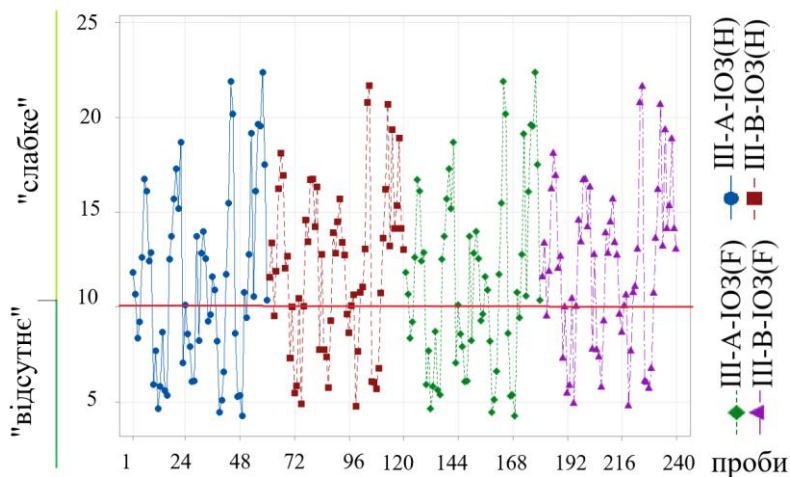


Рис. 3. Значення ІОЗ та характеристика органічного забруднення для води р. Стир розраховані за формулою (3)

Значення IV-A-IO3 та IV-B-IO3 (Рис. 4), для місць відбору А (до скиду) та В (після скиду), що розраховані за формулою (4) для ГДК нормативів F та H демонстрували стан

від «хорошого» у весняний та осінній періоди до «легко забрудненого» і «помірно забрудненого» у зимово-осінній сезон.

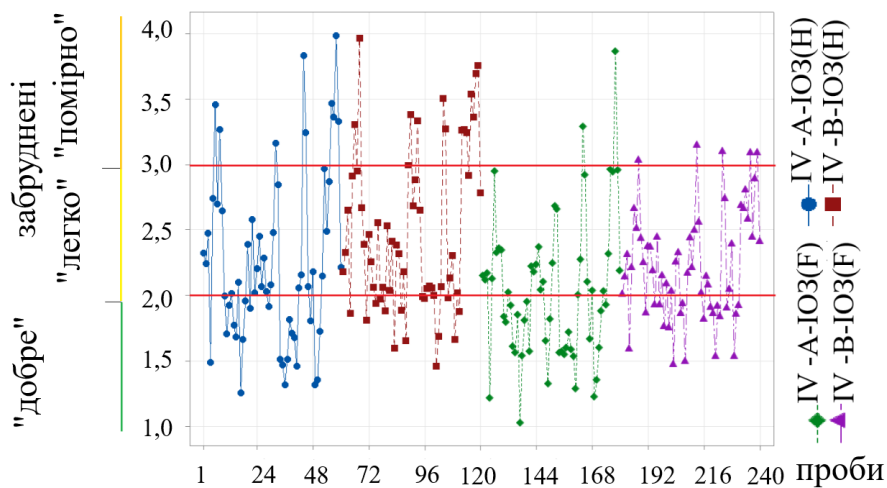


Рис. 4. Значення ІОЗ та характеристика органічного забруднення для води р. Стир розраховані за формулою (4)

ІОЗ води р. Стир, що розраховані за ГДК для нормативів F та H суттєво не відрізняються (Рис. 1–4), оскільки значення ГДК однакові для БСК₅, РК, PO₄³⁻ та незначно відрізняються для NO₃⁻, ХСК (табл. 1).

Кореляція значень ІОЗ, що розрахована за різними методиками (I-IV), місцями відбору (А, В), та нормативами ГДК (Н, F) вказана на рис. 5. Значення кореляції $r \geq 0,7$ свідчать про сильний лінійний зв'язок між більшістю ІОЗ. Це вказує на те, що індекси можуть бути взаємопов'язані через спільні

фактори, які впливають на рівень органічного забруднення. Значення r між I-B-ІОЗ(H) та I-A-ІОЗ(F) становить 0,95, що означає, що будь-яке збільшення одного індексу, супроводжуватиметься аналогічним збільшенням іншого. Для пари III-B-ІОЗ(H) і IV-A-ІОЗ(F), значення r становить 0,62, що вказує на середній, але не ідеальний зв'язок. Це може свідчити про те, що ці індекси частково залежать від однакових умов, але можуть включати різні специфічні фактори та хімічні показники.

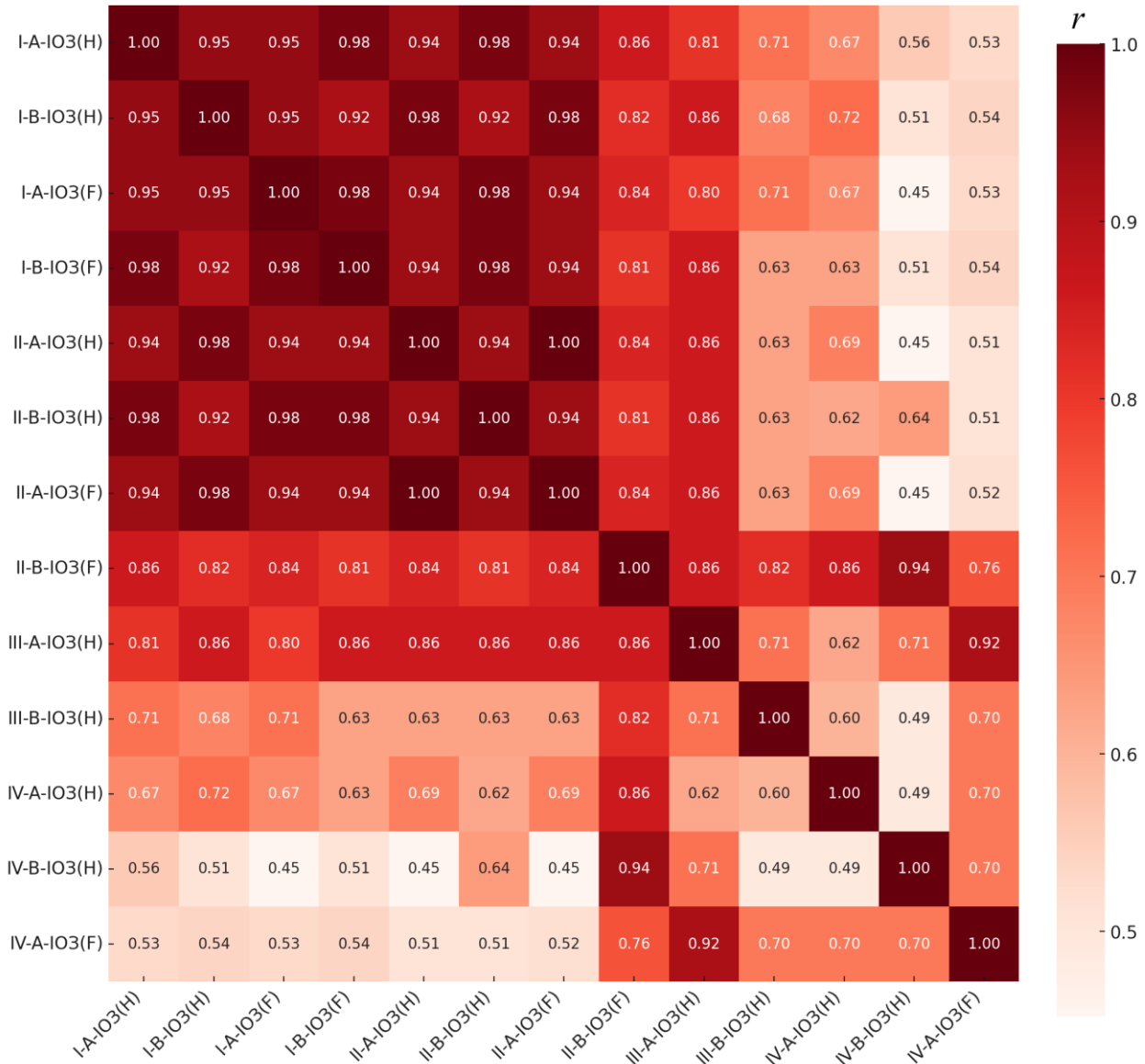


Рис. 5. Кореляційна матриця коефіцієнтів Пірсона (r) для значень ІОЗ води р. Стир

Обговорення отриманих результатів

Дослідження якості води р. Стир у зоні впливу водних скидів РАЕС демонструє значну варіативність гідрохімічних показників. Проаналізовані дані вказують на періодичні перевищення концентрації

показників значень ГДК, що підтверджує необхідність систематичного моніторингу. Перевищення ГДК фіксуються на ділянці р. Стир до водозабору та після водного скиду РАЕС. Показники концентрації азотних сполук, зокрема NO₃⁻, показали високий

рівень коливань 12,18–20,07 мг/дм³. Хоча значення не перевищували нормативу (ГДК F – 40 мг/дм³, Н – 45 мг/дм³), максимальні концентрації фіксувалися у холодний період року. Це може бути наслідком зменшення швидкості денітрифікації та збільшення стоку добрив у зимово-весняний період (Biedunkova and Kuznietsov, 2023). Значення концентрації показнику N–NH₃ варіювали у межах 0,25–1,93 мг/дм³, із середнім значенням 0,56 мг/дм³, що часто перевищує ГДК F (0,5 мг/дм³), але відповідає нормативам Н (2 мг/дм³). Перевищення концентрації N–NH₃ сигналізує про можливе надходження органічних забруднень із побутових або промислових джерел (Biedunkova et al., 2024). Концентрація БСК₅ (0,86–3,87 мгО₂/дм³) загалом знаходиться в межах допустимих ГДК для обох типів водойм (ГДК F і Н – 3 мгО₂/дм³), що свідчить про помірну інтенсивність біохімічних процесів розкладу органіки. Однак, значення концентрації ХСК демонстрували значну варіативність (17,6–83,2 мгО/дм³, M=45,7 мгО/дм³), де максимальні значення перевищували ГДК для Н (30 мгО/дм³), що вказує на надходження хімічних забруднень. Розраховані значення ІОЗ за формулами (1) та (2) показали, що вода р. Стир здебільшого відповідає характеристиці «чисті», хоча періодичні перевищення (ІОЗ > 2) фіксувалися в теплі місяці через підвищення концентрацій ХСК і БСК₅, а також у зимовий період через зростання концентрації NO₃⁻. Це узгоджується з відомими гідробіологічними закономірностями, коли в теплий період зростає активність мікроорганізмів, а у холодний – інтенсивність вимивання азотних сполук через розклад органічних сполук (Kuznietsov et al., 2024). Розрахунки ІОЗ за формулою (3) показали відсутність значного органічного забруднення протягом року, зі станом «відсутнє» або «слабке». ІОЗ за формулою (4) у весняно-літній період переважно характеризувався як «хороший», тоді як у зимово-осінній сезон вода переходила до стану «легко забруднена» або «помірно забруднена».

Результати підтверджують переважно задовільну якість води р. Стир, хоча сезонні перевищення ГДК для деяких показників підкреслюють необхідність:

- посилення контролю за скидами стічних вод;
- адаптації нормативів до локальних умов;

– проведення регулярного моніторингу для виявлення джерел забруднення. Високі значення γ між методиками свідчать про їхню узгодженість, навіть попри використання різних хімічних показників. Це підтверджує надійність та універсальність підходів до оцінки органічного забруднення за ІОЗ. Отже, сильний зв'язок між І–А–ІОЗ(Н) і І–В–ІОЗ(Н) може вказувати на стабільність гідрохімічних умов у зоні впливу скидів РАЕС і свідчить про те, що вибір нормативів (F або Н) мінімально впливає на результат оцінки, оскільки для ІОЗ за розрахунками ГДК для Н та F призначення демонструє високі значення γ . Водночас для показників, де рівні ГДК суттєво різняться (наприклад, для ХСК та N–NH₃), результати розрахунків ІОЗ можуть бути більш варіативними. Сезонні коливання значень ІОЗ, особливо у теплий період через підвищення ХСК і БСК₅, а також у зимовий період через накопичення NO₃⁻, також впливають на кореляційні зв'язки. Наприклад, у зимовий період менш тісний зв'язок між ІОЗ (рис. 1–4), розрахованими для різних ділянок, може свідчити про вплив специфічних сезонних процесів, таких як зменшення швидкості денітрифікації або підвищення вимивання азотних сполук. Відносно нижча кореляція між методиками III та IV ($r = 0,62–0,67$) пояснюється різницею у вагомості показників, що використовуються для розрахунку (рис. 3). Наприклад, формула IV враховує сумарну концентрацію азотних сполук (DIN), яка менше відображає поточні біохімічні процеси порівняно з БСК₅, що використовується у формулі I. Це свідчить про необхідність більш детального врахування екосистемних факторів, таких як інтенсивність біологічного розкладу органіки. Висока кореляція між значеннями ІОЗ, розрахованими для ділянок А (до скиду) та В (після скиду), обумовлена географічною близькістю місць відбору проб та відсутністю значного внеску органічного забруднення зі скидними водами РАЕС.

Висновки

Якість води р. Стир у зоні впливу водних скидів РАЕС, за показниками органічного забруднення, загалом є задовільною, проте результати дослідження свідчать про сезонні коливання гідрохімічних показників, що можуть перевищувати встановлені ГДК. Це підкреслює значення антропогенного впливу, зокрема скидів РАЕС, як чинника, що впливає на екологічний стан

водойми. Аналіз ІОЗ за різними методиками дозволив виявити суттєві сезонні відмінності. Значення ІОЗ, розраховані за формулами (1) та (2), свідчать, що вода річки Стир загалом класифікується як «чиста», хоча у теплий період фіксувалися перевищення порогу $ІОЗ > 2$, що відповідає категорії «забруднена». Розрахунки ІОЗ за формулами

(3) і (4) здебільшого підтверджували добрий стан води, але у зимово-осінній період спостерігалися ознаки легкого та помірного забруднення. Результати підкреслюють узгодженість значень ІОЗ та їхню придатність для оцінки екологічного стану водних об'єктів.

Фінансування / Funding

Відсутність фінансування / No external funding.

Етичне схвалення / Ethical approval

Не застосовується / Not applicable.

Інформована згода / Informed consent

Не застосовується / Not applicable.

Доступ до даних / Availability of data

Дані у складі публікації / Data in the publication.

Конфлікт інтересів / Conflict of interest

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів / The authors declare no conflict of interest.

References

Biedunkova, O. O., & Kuznietsov, P. M. (2023). Factor analysis of the dynamics of nitrogenous substances in the water of the Styr River in the zone of influence of the Rivne NPP. *Bulletin National University of Water and Environmental Engineering. Series Agricultural Sciences*, 1(101), 3–17. <https://doi.org/10.31713/vs120231> (in Ukrainian).

Бедункова О. О., Кузнецов П. М. Факторний аналіз динаміки азотних речовин води річки Стир у зоні впливу Рівненської АЕС. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія Сільськогосподарські науки*. 2023. Вип. 1, № 101. С. 3–17. <https://doi.org/10.31713/vs120231>

Biedunkova, O., Kuznietsov, P., & Gandziura, V. (2024). Behaviour of dissolved inorganic salts in the cooling water of a nuclear power plant open recirculation system and formation of water discharge. *Royal Society Open Science*, 11(8), 240492. <https://doi.org/10.1098/rsos.240492>

Chen, X., Wang, Y., Jiang, L., Huang, X., Huang, D., Dai, W., & Wang, D. (2023). Water quality status response to multiple anthropogenic activities in urban river. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(2), 3440–3452. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22378-1>

Directive 2000/60/EC (2000). Directive of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32000L0060>

Environmental safety standards for water bodies used for fisheries: Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine of 30.07.2012 No. 471. (2012). (in Ukrainian)

Нормативи екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства: Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 30.07.2012 № 471.

Guidelines for the development of standards for maximum permissible discharge of pollutants into water bodies: Order of the Ministry of Environmental Protection of Ukraine dated 05.03.2021 No. 173. (2021). (in Ukrainian)

Методичні рекомендації з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти: Наказ Міністерства захисту довкілля України від 05.03.2021 № 173.

Hygienic requirements for water of water bodies to meet the needs of the population: Order of the Ministry of Health of Ukraine of May 2, 2022, No. 721. (2022). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#Text> (in Ukrainian)

Гігієнічні вимоги до води водних об'єктів для забезпечення потреб населення: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 2 травня 2022 р. № 721.

KND 211.1.4.021-95 (1995). Method for determining chemical oxygen demand (COD) in surface and waste water. Order of the Ministry of Environmental Protection and Nuclear Safety of Ukraine of 25.04.95, No. 21. (in Ukrainian)

КНД 211.1.4.021-95. Метод визначення хімічного споживання кисню (ХСК) у поверхневих та стічних водах. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 25.04.95 р. № 21.

KND 211.1.4.023-95 (1995). Methodology for photometric determination of nitrite ions with Gries reagent in surface and treated wastewater. Order of the Ministry of Environmental Protection and Nuclear Safety of Ukraine of 25.04.95, No. 21. (in Ukrainian).

КНД 211.1.4.023-95. Методика фотометричного визначення нітрит-іонів з реактивом Гріса в поверхневих та очищених стічних водах. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 25.04.95 р. № 21.

KND 211.1.4.024-95 (1995). Method for determination of biochemical oxygen consumption in n days (BOD) in natural and waste water. Order of the Ministry of Environmental Protection and Nuclear Safety of Ukraine of 25.04.95, No. 21. (in Ukrainian).

КНД 211.1.4.024-95. Метод визначення біохімічного споживання кисню через n діб (БСК) у природних та стічних водах. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 25.04.95 р. № 21.

Kuznietsov, P. (2024). Evaluation of the scaling and corrosive potential of the cooling water supply system of a nuclear power plant based on the physicochemical control dataset. *Data in Brief*, 54, 110347. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.110347>

Kuznietsov, P. M., & Biedunkova, O. O. (2023). Study of temperature impact of discharges and balance of biogenic elements in the water of the Styr river in the impact zone of the Rivne NPP. *Nuclear Power and the Environment*, 3(28), 49–58. <https://doi.org/10.31717/2311-8253.23.3.6>

Kuznietsov, P., & Biedunkova, O. (2024). Assessment of the Impact of Organic Matter Discharge from a Nuclear Power Plant with a Recirculating Cooling Water System. *Water, Air, & Soil Pollution*, 235(4), 221. <https://doi.org/10.1007/s11270-024-07025-4>

Kuznietsov, P. M., Biedunkova, O. O., Yaroshchuk, O. V., & Pryshchepa, A. M. (2024). Optimization of the anti-scale corrective treatment of water by organic phosphonate. *Science and Innovation*, 20(2), 79–90. <https://doi.org/10.15407/scine20.02.079>

List of maximum permissible concentrations of harmful substances for waters of fishery reservoirs. Approved by Golovrybvod 09.08.1990 № 12-04-11. (1990). 46 p. Order of 31.08.2017 No. 473 On Approval of the List of Industry Standards and Other Regulatory Documents of the Former USSR Equivalent to Them to Be Used in Hydrometeorological Activities until 01.01.2025 (in Ukrainian)

Наказ від 31.08.2017 № 473 Про затвердження Переліку галузевих стандартів і прирівняних до них інших нормативних документів колишнього СРСР, які будуть використовуватися у гідрометеорологічній діяльності до 01.01.2025. Перелік гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин для вод рибогосподарських водойм. Затв. Головрибводом 09.08.1990 № 12-04-11. – 1990. – 46 с.

Makki, A. N., Al-Abbawy, D. A., & Hammadi, N. S. (2023). Assessment of Water Quality Using Organic Pollution Index in Some Marshes North of Basra Province. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1158(3), 032005. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1158/3/032005>

MVV 081/12-0005-01 (2001). Methodology for measuring the mass concentration of dissolved orthophosphates by photometric method. Order of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine of 03.09.02 No. 336. (in Ukrainian).

МВВ 081/12-0005-01. Методика виконання вимірювань масової концентрації розчинених ортофосфатів фотометричним методом. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 03.09.02 № 336.

MVV 081/12-0008-01 (2001). Surface and treated wastewater. Procedure for measuring the mass concentration of dissolved oxygen by the Winkler iodometric titration method. Order of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine of 03.09.02 No. 336. (in Ukrainian)

МВВ 081/12-0008-01. Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації розчиненого кисню методом йодометричного титрування за Вінклером. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 03.09.02 № 336.

MVV 081/12-0106-03 (2003). Method for measuring the mass concentration of ammonium ions by the photocolometric method with Nessler's reagent. Order of the Minister of Environmental Protection of Ukraine dated 30.06.04 No. 257. (in Ukrainian)

МВВ 081/12-0106-03. Методика виконання вимірювань масової концентрації амоній-іонів фотоколориметричним методом з реактивом Неслера. Наказ Міністра охорони навколишнього природного середовища України від 30.06.04 № 257.

MVV 081/12-0651-09 (2009). Methodology for measuring the mass concentration of nitrate ions by the photocolometric method. Order of the Minister of Environmental Protection of Ukraine No. 54 of February 3, 2010. (in Ukrainian)

МВВ 081/12-0651-09. Методика виконання вимірювань масової концентрації нітрат-іонів фотоколориметричним методом. Наказ Міністра охорони навколишнього природного середовища України № 54 від 3 лютого 2010 р.

Radhan, R. V.; Zainudin, Z. & Sreekanth, G. B. (2017). Temporal water quality response in an urban river; a case study in peninsular Malaysia. *Appl. Water Sci.* 7, 923–933. <https://doi.org/10.1007/s13201-015-0303-1>

Son, C. T., Giang, N. T. H., Thao, T. P., Nui, N. H., Lam, N. T., & Cong, V. H. (2020). Assessment of Cau River water quality using a combination of water quality and pollution indices. *Journal of Water Supply: Research and Technology—AQUA*, 69(2), 160-172. <https://doi.org/10.2166/aqua.2020.122>

VishnuRadhan, R., Zainudin, Z., Sreekanth, G. B., Dhiman, R., Salleh, M. N., & Vethamony, P. (2017). Temporal water quality response in an urban river: a case study in peninsular Malaysia. *Applied Water Science*, 7, 923-933. <https://doi.org/10.1007/s13201-015-0303-1>

Qian, Q., He, M., Sun, F., & Liu, X. (2024). Monitoring and evaluation of the water quality of the Lower Neches River, Texas, USA. *Water Science and Engineering*, 17(1), 21-32. <https://doi.org/10.1016/j.wse.2023.10.002>

Water Code of Ukraine (1995). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (in Ukrainian)

Водний Кодекс України, 1995. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>

Received: 26.01.2025. Accepted: 17.02.2025. Published: 03.04.2025.

Ви можете цитувати цю статтю так:

Бедункова О., Кузнецов П. Дослідження органічного забруднення поверхневих вод річки у зоні антропогенного впливу водного скиду. *Biota. Human. Technology*. 2025. №1. С. 126-136.

Cite this article in APA style as:

Biedunkova, O., & Kuznietsov, P. (2025). Study of organic pollution of surface waters of the river in the zone of anthropogenic impact of water discharge. *Biota. Human. Technology*, 1, P. 126-136. (in Ukrainian)

Information about the authors:

Biedunkova O. [*in Ukrainian: Бедункова О.*] ¹, Dr. of Biol. Sc., Professor, email: o.o.biedunkova@nuwm.edu.ua
ORCID: 0000-0003-4356-4124 Scopus-Author ID: 57193439260 ResearcherID: H-9464-2018
Department of ecology, environmental protection technology and forestry, National University of Water and Environmental Engineering
11 Soborna Street, Rivne, 33028, Ukraine

Kuznietsov P. [*in Ukrainian: Кузнецов П.*] ², Post-graduate Student, email: p.m.kuznietsov@nuwm.edu.ua
ORCID: 0000-0002-8263-0000 Scopus-Author ID: 58164425200 ResearcherID: HJP-5120-2023
Department of ecology, environmental protection technology and forestry, National University of Water and Environmental Engineering
11 Soborna Street, Rivne, 33028, Ukraine

¹ Study design, manuscript preparation.

² Study design, data collection, statistical analysis.