



*Матеріали  
X Міжнародної наукової  
конференції*

# **АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ**

---

## **CURRENT PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL RESEARCH**

**25-27 травня 2023 р.  
м. Суми**

УДК 502.3+504.453+57.017

А 43

*Друкується згідно з рішенням вченої ради Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка*

**Редакційна колегія:**

Корнус А.О. (голова), Міронець Л. П., Литвиненко Ю. І., Корнус О. Г.,  
Панченко С. М.

**Актуальні проблеми дослідження довкілля :** Матеріали X Міжнародної наукової конференції (Суми-Тростянець, 25-27 травня 2023 р.) / Ред. кол.: Корнус А. О., Міронець Л. П., Литвиненко Ю. І. та ін. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 2023. – 398 с.

**Current problems of environmental research.** Papers presented at 10<sup>th</sup> International scientific conference «Current problems of environmental research» SPER'2023 (May 25-27, 2023, Sumy-Trostianets, Ukraine) / Ed. by A. Kornus, L. Mironets, Yu. Lytvynenko et al. Sumy: Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko, 2023, 398 p.

Викладено результати досліджень з вивчення й охорона ландшафтного, ценотичного та видового різноманіття, питання геоекології та раціонального природокористування, розглянуто суспільно-географічні аспекти дослідження довкілля, висвітлено результати досліджень рекреаційно-туристського потенціалу регіонів, якості довкілля та здоров'я населення, проблем експериментальної біології, хіміко-екологічного моніторингу довкілля та екологічної безпеки, підходи до математичного моделювання та прогнозування стану довкілля, використання геоінформаційних системи в дослідженнях довкілля, актуальні питання методик навчання природничих дисциплін, що були представлені на X Міжнародній науковій конференції «Актуальні проблеми дослідження довкілля» 25-27 травня 2023 р.

Для фахівців у галузі біології, географії, екології, хімії, працівників державних і громадських природоохоронних закладів, учителів та студентів, а також широкого кола читачів, які цікавляться проблемами взаємодії природи суспільства. Матеріали надруковані в авторській редакції.

© Колектив авторів, 2023

© СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2023

## ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

### ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВОДНИХ РЕСУРСІВ НА ОСНОВІ ЕНТРОПІЙНОГО ПІДХОДУ

*Безсонний В.Л.<sup>1</sup>, Третьяков О.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця

<sup>2</sup>ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

Оцінка техногенної безпеки поверхневих вододжерел є дуже важливою для забезпечення доступу до безпечної питної води, охорони довкілля та сталого використання водних ресурсів. Поверхневі водойми є основним джерелом питної води, тому проблема оцінки техногенного стану поверхневої водойми є актуальною.

Оцінка техногенної безпеки водних ресурсів допомагає встановити рівень забруднення та визначити потенційні джерела надходження цього забруднення. Водойми, що використовуються для водопостачання, є важливою складовою сталого функціонування території, що включає в себе розвиток промисловості, сільського господарства та благополуччя населення, особливо це важливо для такого промислово навантажених регіонів.

Оцінка техногенної безпеки поверхневих вододжерел допомагає визначити їх потенційну водопостачальну здатність та ресурси, які можуть бути використані для забезпечення питної води. Забруднення поверхневих вододжерел стає все більшою проблемою через зростання промислового та сільськогосподарського навантаження, а також надмірну експлуатацію водних ресурсів.

Комплексна оцінка техногенної безпеки водойм дозволяє отримати велику кількість фізичних, хімічних і біологічних показників, багато з яких інтегровані в показники якості води (ІЯВ, англ. мовна абревіатура – WQI) [1]. У 1965 році перший сучасний індекс якості води, розроблений Хортоном, ініціював численні дослідження в області дослідження індексів якості води [2]. Однак найважливішими етапами, що беруть участь в розробці таких індексів, є вибір параметрів, зважування факторів, що відображають важливість кожного параметра і остаточна агрегація в числовий бал шляхом встановлення рейтингової шкали за кожним параметром. Останніми роками набуває поширення використання ентропійних підходів до оцінки якості води [3]. Ваги на основі ентропії стали корисним методом, що використовує інформаційну

ентропію для присвоєння ваг параметрам якості води [4]. Інформаційна ентропія займається виявленням невизначеності або хаосу в рамках випадкового процесу. Присвоєння ваг тому чи іншому параметру в конкретному місці залежить від невизначеності його виникнення в цьому місці. Більш висока невизначеність виникнення в будь-якому місці означає меншу вагу параметрів у цьому місці [5]. Агрегація ваг і шкали оцінки якості всіх параметрів в сукупно виведений числовий бал називається ентропійним-зваженим індексом якості води (EWQI).

В процесі розрахунку ІЯВ вага кожного параметра зазвичай або не враховується, і параметри вважаються рівнозначними, або ж надається експертами відповідно до їхнього практичного досвіду що є суб'єктивним і багато корисної та цінної інформації про якість води може втрачатися. Застосування ентропійних ваг дозволить підвищити об'єктивність індексу якості води.

Гідроекологічні системи можуть характеризуватися процесами, що збільшують, так і процесами, що знижують ентропію. Поняття ентропії є багатозначним. Поряд з ентропією Клаузіуса з'явилися статистичні, інформаційні, математичні, лінгвістичні, інтелектуальні та інші ентропії. Ентропія стала базисним поняттям теорії інформації і стала виступати мірилом невизначеності якоїсь ситуації. Для характеристики міри складності системи У. Ешбі [6] вперше запропонував використовувати поняття ентропії. В цілому, система не втрачає своєї організованості або високої впорядкованості. Вперше пов'язав поняття ентропії та інформації К. Шеннон [7]. З його подачі ентропія – це кількість інформації, що припадає на одне елементарне повідомлення джерела, яке виробляє статистично незалежні повідомлення. Отримання будь-якого обсягу інформації дорівнює втраченій ентропії.

Розробка ентропійно-зваженого індексу якості води (ЕІЯВ) передбачає наступні етапи [3, 4]:

Перший крок передбачає побудову вихідної матриці проб води і оцінюваних параметрів.

Другий крок передбачає побудову нормованої матриці, що містить нормовані значення кожного оцінюваного параметра в конкретному зразку з метою усунення похибок, викликаних різними розмірами та одиницями виміру.

Третій крок передбачає обчислення інформаційної ентропії (E) кожного оцінюваного параметра за формулою, введеної Клодом Шенноном [7] (1):

$$E_n = - \left( \frac{1}{\ln n} \right) \sum_{i=1}^m V_{ij} \ln V_{ij} \quad (1)$$

де  $n$  – кількість точок відбору проб, а  $V_{ij}$  – ймовірність появи нормалізованого значення ( $v_{ij}$ ) оцінюваного параметра  $j$  у  $i$ -й вибірці, що визначається наступним чином:

$$V_{ij} = \frac{v_{ij}}{\sum v_{ij}}. \quad (2)$$

Четвертий крок включає обчислення ентропійних ваг ( $W$ ), щоб параметрам з нижчою ентропією або мірою безпорядку присвоювалася таким чином більша вага:

$$W_j = (1 - E_j) / \sum_{j=1}^t (1 - E_j). \quad (3)$$

Параметрам з меншою ентропією присвоюється більша вага, оскільки вони вказують на наявність більш структурованої системи, яка є більш організованою і менш випадковою, а тому може бути більш інформативною для оцінки якості води.

Нарешті, агрегація ваг ентропії та шкали оцінки якості в індекс ЕІЯВ виражається наступним чином:

$$EWQI = \sum_{j=1}^n W_j U_j, \quad (4)$$

де  $EWQI$  – ентропійнозважений індекс якості води;  $U_j$  для кожного параметра задається як відношення контрольованого значення  $j$ -го параметра ( $I_j$ ) до його стандартного значення ( $S_j$ ):

$$U_j = \left( \frac{I_j}{S_j} \right) \times 100. \quad (5)$$

Відповідно до шкали класифікації якості води, якість води визначається за п'ятьма класами: від «відмінна якість вода» до «надзвичайно погана якість вода».

Враховуючи, що на процеси, які формують екологічний стан води, має місце вплив температурного режиму, розрахунки ентропійного індексу якості води рекомендується проводити для теплого (квітень – жовтень) та холодного (листопад – березень) періоду року.

#### Список використаних джерел

1. Sutadian A.D., Muttill N., Yilmaz A.G., Perera B.J.C. Development of a water quality index for rivers in West Java Province, Indonesia. *Ecol Indic.* 2018. 85:966–982.
2. Sutadian A.D., Muttill N., Yilmaz A.G., Perera B.J.C. Development of river water quality indices—a review. *Environ Monit Assess.* 2016. 188(1):58.

СЕКЦІЯ 7.  
ХІМІКО-ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ

<i>Вовк К.В., Стадник В.О.</i> Вміст важких металів у сільськогосподарській продукції .....	220
<i>Мацак С.В., Вакал Ю.С.</i> Вимірювання вмісту рухомих сполук Фосфору в ґрунтах на сільськогосподарських територіях вздовж р. Гуска ....	224
<i>Polechońska L., Klink A.</i> Estimation of background concentrations of trace metals in an aquatic plant as a basis for pollution assessment.....	227
<i>Sevruk I.M., Pushkarov O.V., Zubko O.V., Dolin V.V. (junior)</i> The influence of the structure of gypsum on the detritization of aqueous solutions .....	228
<i>Тесьолкіна Т.С., Лукашов Д.В.</i> Дослідження взаємозв'язку між кліматичними факторами та процесом мінералізації целюлози в підстилці лісової екосистеми на прикладі НПП «Голосіївський» (м. Київ) .....	232
<i>Федорчак Е.Р.</i> Характеристика асиміляційного апарату <i>Picea abies</i> (L.) Karst. за дії аеротехногенного забруднення .....	235

СЕКЦІЯ 8.  
ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

<i>Безсонний В.Л., Третьяков О.В.</i> Визначення екологічної безпеки водних ресурсів на основі ентропійного підходу .....	238
<i>Холодняк Л.А. Волошина Н.О.</i> Інтеграція важливих екологічних проблем в сучасне мистецтво.....	241
<i>Норкало Д., Vaskin R., Vaskina I.</i> Biomethane: real or illusory alternative to natural gas consumption within Ukraine.....	244
<i>Климчук М.П.</i> Екобезпека в Україні та організаційно-правові перспективи її забезпечення.....	246
<i>Марко С.І.</i> Причини кримінальних правопорушень проти довкілля в Україні .....	248
<i>Міхалкова Н.В.</i> Ранжування екологічно небезпечних процесів Лисичансько-Рубіжанської промислової агломерації .....	251
<i>Назаренко В.В.</i> Питання екологічного моніторингу території Харківської області в умовах воєнного стану .....	253
<i>Novak A.A.</i> Climatogenic response of radial growth of common oak ( <i>Quercus robur</i> L.) in stands of different composition in the Ukrainian Western Forest-Steppe .....	255
<i>Омельяненко В.А., Омельяненко О.М.</i> Стратегічні вектори інфраструктурного забезпечення екологічної безпеки старопромислових територій в умовах повоєнного відновлення .....	258

Наукове видання

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ**

*Матеріали*

*X Міжнародної наукової конференції 25-27 травня 2023 р.*

Відповідальний за випуск *А. О. Корнус*

Комп'ютерне верстання *А. О. Корнус*

Збережено авторський стиль та орфографію

Підп. до друку 29.05.2023.

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman.

Ум. друк. арк. 22,27.

Електронне видання

Адреса редакції та видавця:

вул. Роменська, 87, м. Суми, 40002, СумДПУ імені А. С. Макаренка

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи  
Серія ДК № 231 від 02.11.2000 р.



40002, м. Суми, вул. Роменська, 87  
<https://sspu.edu.ua>



Декан: +38 (0542) 68-59-44 :  
Деканат: +38 (0542) 68-59-11  
Кафедра біології та методики навчання біології  
+38 (0542) 68-59-64  
Кафедра загальної та регіональної географії:  
+38 (0542) 68-59-32  
Кафедра біології людини, хімії та методики навчання хімії:  
+38 (0542) 68-59-63  
<https://pgf.sspu.edu.ua/>



42600, Сумська область, м. Тростянець,  
вул. Вознесенська 53-В, +38 (05458) 6-62-87  
<http://www.getmanski.info>