

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ЗДОРОВ'Ю НАСЕЛЕННЯ З УРАХУВАННЯМ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ДЕТЕРМІНАНТ (НА ПРИКЛАДІ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

©2025 ПИСАРЕНКО П. В., САМОЙЛІК М. С., ГАЛИЦЬКА М. А., ГРИЩЕНКО О. Л., СЕРЕДА Б. С.

УДК 504.064.4:614.7(477.53)
JEL: Q56; Q57; Q58

Писаренко П. В., Самойлік М. С., Галицька М. А., Грищенко О. Л., Серета Б. С. Оцінка екологічного ризику здоров'ю населення з урахуванням соціально-економічних детермінант (на прикладі Полтавської області)

Екологічні проблеми сьогодення спричиняють небезпеку існування людини на всіх рівнях – від локального до глобального. Серед наслідків ігнорування екологічного чинника в системі загроз економічній безпеці регіонів України слід виділити: погіршення якості життя населення, збільшення смертності та захворюваності в результаті забруднення довкілля; збільшення витрат на ліквідацію наслідків антропогенного впливу на довкілля; ресурсно-сировинна та енергетична криза; погіршення якості середовища проживання та продуктів харчування населення; техногенні та природні небезпечні процеси, деградація екосистем тощо. Тому метою даного дослідження стала оцінка екологічного ризику здоров'ю населення з урахуванням соціально-економічних детермінант (на прикладі Полтавської області), що дозволить оцінити ефективність управління екологічною безпекою у внутрішньорегіональному розрізі. При розрахунку потенційного ризику токсичних ефектів використовується лінійно-експоненціальна модель, визначена на основі залежності «доза – ефект». Для побудови адекватної моделі «екологічний ризик здоров'ю населення – соціально-еколого-економічні чинники» використано метод економіко-математичного моделювання, а саме, систему одночасних рівнянь для відображення складних взаємозалежностей. У результаті моделювання залежності соціально-економічних від екологічних факторів встановлено, що втрати економіки Полтавського регіону від екологічно обумовленої захворюваності становлять 3,4–3,6%, при цьому вклад забруднення води – 3%, забруднення повітря – 7%; забруднення ґрунтів – 11%. До того ж, спостерігається тенденція до їх зростання. На основі отриманої моделі здійснено прогноз соціально-економічного розвитку регіону при зростанні рівня екологічного ризику. Таким чином, запропонована методика оцінки екологічного ризику здоров'я населення з урахуванням соціально-економічних детермінант як інструментальна підтримка ухвалення рішень з вибору найбільш пріоритетних стратегій екобезпечного економічного розвитку буде не лише сприяти поліпшенню екологічної ситуації, але і приведе до створення ефективнішої політики забезпечення екологічно безпечного економічного розвитку в Україні та регіонах.

Ключові слова: екологічний ризик, збиток через забруднення довкілля, екологічна безпека, забруднення довкілля, соціально-економічний розвиток.
Рис.: 5. **Табл.:** 3. **Формул.:** 8. **Бібл.:** 24.

Писаренко Павло Вікторович – доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля, Полтавський державний аграрний університет (вул. Сковороди, 1/3, Полтава, 36003, Україна)

E-mail: pavlo.pysarenko@pdau.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4915-265X>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1942246>

Самойлік Марина Сергіївна – доктор економічних наук, професор, професор кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля, Полтавський державний аграрний університет (вул. Сковороди, 1/3, Полтава, 36003, Україна)

E-mail: maryna.samoylyk@pdau.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2410-865X>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/AAR-8940-2020>

Галицька Марина Анатоліївна – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля, Полтавський державний аграрний університет (вул. Сковороди, 1/3, Полтава, 36003, Україна)

E-mail: maryna.galytska@pdau.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2579-0515>

Грищенко Олександр Леонідович – аспірант кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля, Полтавський державний аграрний університет (вул. Сковороди, 1/3, Полтава, 36003, Україна)

E-mail: oleksandr.hryshchenko@pdau.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5870-0484>

Серета Богдан Сергійович – аспірант кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля, Полтавський державний аграрний університет (вул. Сковороди, 1/3, Полтава, 36003, Україна)

E-mail: bohdan.sereta@pdau.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5278-9333>

UDC 504.064.4:614.7(477.53)
JEL: Q56; Q57; Q58

Pysarenko P. V., Samojlik M. S., Galytska M. A., Hryshchenko O. L., Sereda B. S. Assessing the Environmental Health Risk to the Population Considering Socioeconomic Determinants (Case Study of the Poltava Region)

Current environmental problems pose a threat to human existence at all levels – from local to global. Among the consequences of ignoring the environmental factor within the system of threats to the economic security of Ukraine's regions are: deterioration in the population's quality of life, increased mortality and morbidity due to environmental pollution; higher costs for mitigating the effects of anthropogenic impacts on the environment; resource and energy crises;

worsening quality of living conditions and food for the population; technological and natural hazardous processes, ecosystem degradation, and more. Therefore, the aim of this study was to assess the environmental health risk to the population considering socioeconomic determinants (using the Poltava region as an example), which will allow evaluating the effectiveness of environmental safety management at the intra-regional level. In calculating the potential risk of toxic effects, a linear-exponential model based on the dose-response relationship is used. To construct an adequate model of «environmental risk to public health – socio-ecological-economic factors», an economic-mathematical modeling method was employed, specifically a system of simultaneous equations to represent complex interdependencies. The modeling of the dependence of socioeconomic factors on environmental factors revealed that economic losses in the Poltava region due to environmentally induced morbidity amount to 3.4–3.6%, with water pollution contributing 3%, air pollution 7%, and soil contamination 11%. Furthermore, there is a trend of these losses increasing. Based on the obtained model, a forecast of the region's socioeconomic development was made in scenarios of increasing environmental risk. Thus, the proposed methodology for assessing the environmental health risk to the population, taking into account socioeconomic determinants as an instrumental support for decision-making in selecting the most prioritized strategies for environmentally safe economic development, will not only contribute to the improvement of the environmental situation but also lead to the creation of more effective policies for ensuring environmentally safe economic development in Ukraine and its regions.

Keywords: environmental risk, damage from environmental pollution, environmental safety, environmental pollution, socioeconomic development.

Fig.: 5. **Tabl.:** 3. **Formulae:** 8. **Bibl.:** 24.

Pysarenko Pavlo V. – D. Sc. (Agriculture), Professor, Professor of the Department of Ecology, Sustainable Nature Management and Environmental Protection, Poltava State Agrarian University (13 Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine)

E-mail: pavlo.pysarenko@pdau.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4915-265X>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1942246>

Samojlik Maryna S. – D. Sc. (Economics), Professor, Professor of the Department of Ecology, Sustainable Nature Management and Environmental Protection, Poltava State Agrarian University (13 Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine)

E-mail: maryna.samojlyk@pdau.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2410-865X>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/AAR-8940-202>

Galytska Maryna A. – PhD (Agriculture), Associate Professor of the Department of Ecology, Sustainable Nature Management and Environmental Protection, Poltava State Agrarian University (13 Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine)

E-mail: maryna.galytska@pdau.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2579-0515>

Hryshchenko Oleksandr L. – Postgraduate Student of the Department of Ecology, Sustainable Nature Management and Environmental Protection, Poltava State Agrarian University (13 Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine)

E-mail: oleksandr.hryshchenko@pdau.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5870-0484>

Sereda Bogdan S. – Postgraduate Student of the Department of Ecology, Sustainable Nature Management and Environmental Protection, Poltava State Agrarian University (13 Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine)

E-mail: bohdan.sereda@pdau.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5278-9333>

Екологічні проблеми сьогодення спричиняють небезпеку існування людини на всіх рівнях – від локального до глобального. Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини – невід’ємна умова сталого економічного та соціального розвитку України [1].

Сьогодні процес управління екологічною безпекою відбувається в умовах наростання невизначеності та навіть конфліктності між елементами даної системи. Зміна характеру природокористування в соціально-економічній системі повинна змінити і методи управління ним в напрямку сталого розвитку, який передбачає перехід до біосферної моделі розвитку природокористування, безпечний у всіх аспектах прояву розвитку техносфери та збереження збалансованого стану природного середовища, тобто їх гармонійне співіснування в рамках установлених допустимих обмежень.

Оскільки природа розвивається по об’єктивних законах, управлінські та регулівні впливи будуть мати цільовий напрямок на складні активно функціонуючі господарські та технологічні системи, які розглядаються як елементи соціоєкосистеми. Залежно від ієрархічного рівня досліджуваної системи формуються управлінські впливи різного ступеня узагальнення для державного, регіонального та місцевого рівнів управління.

Серед наслідків ігнорування екологічного чинника в системі загроз економічній безпеці регіонів України слід виділити: погіршення якості життя населення, збільшення смертності та захворюваності в результаті забруднення довкілля; збільшення витрат на ліквідацію наслідків антропогенного впливу на довкілля; ресурсно-сировинна та енергетична кризи; погіршення якості середовища проживання та продуктів харчування населення; техногенні та природні небезпечні

процеси, деградація екосистем тощо. Як зазначають Ту У.-Х. та ін. [2], Л. Мельник та ін. [3], В. Трегбчук [4], більшість кризових явищ в економіці країни та її регіонів породжено домінуванням витратного підходу до виробництва, який спричиняє знищення (вичерпання) не лише обмежених планетарних запасів сировини та енергії, а й позитивного організаційно-управлінського потенціалу основних продуктивних сил, перетворюючи їх на руйнівні. Основа виробництва знищується на рівні зв'язків людини та природи, тому для подолання кризи слід змінити як форму продуктивних сил (зокрема, технологій), так і спрямованість продуктивних сил, а також їх розміщення у просторі.

Таким чином, особливої актуальності набуває питання забезпечення екологічної безпеки регіонів через урегулювання цілей і завдань соціально-економічного розвитку системи та негативними наслідками від її дії на довкілля з урахуванням впливу дестабілізуючих факторів.

Сьогодні дослідженням питань забезпечення екологічної безпеки займаються вчені різних наукових напрямків, у тому числі техніко-економічного (А. Г. Шапар [5], М. С. Мальований [6] та ін.); природничого (Г. О. Білявський, Л. І. Бутченко [7], Г. І. Рудько, О. М. Адаменко [8], В. Ю. Некос, А. Н. Некос, Т. А. Сафранов [9] та ін.), еколого-економічного (З. В. Герасимчук, І. М. Вахович [10], Б. М. Данилишин та ін. [11], С. І. Дорогунцов та ін. [12], М. А. Хвесик та ін. [13], С. К. Харічков та ін. [14]). Розглядаючи питання екологічної безпеки, науковці приділяють особливу увагу гармонізації екологічних та економічних аспектів розвитку соціально-економічних систем за рахунок зменшення антропогенного навантаження на довкілля. При цьому дослідження впливу екологічного чинника на соціально-економічний розвиток як у міжрегіональному, так і внутрішньорегіональному розрізах, за допомогою методів математичного моделювання, є актуальним сьогодні.

Метою даного дослідження є здійснення діагностики екологічного ризику здоров'я населення в контексті його впливу на соціально-економічний розвиток, що дозволить оцінити ефективність управління екологічною безпекою у внутрішньорегіональному розрізі.

Для побудови адекватної моделі «екологічний ризик здоров'ю населення – соціально-еколого-економічні чинники» використано метод економіко-математичного моделювання, а саме, систему одночасних рівнянь для відображення складних взаємозалежностей. Показники розрахунку вірогідності несприятливого ефекту, пов'язаного із забрудненням довкіллям (екологічного ризику), відображено в *табл. 1*.

У даному випадку після ідентифікації системи одночасних рівнянь доцільним є використання двокрокового МНК. Для розрахунку використані статистичні дані по регіонах України до 2022 року [15].

При розрахунку потенційного ризику токсичних ефектів у результаті хронічного впливу забруднення (R_n) використовується лінійно-експоненціальна модель, визначена на основі залежності «доза-ефект»:

$$R_n = 1 - \exp \left\{ \ln(0,84) \left[\frac{C}{ГДК \cdot K_e} \right]^b \right\}, \quad (1)$$

де C – середня концентрація речовини, що надходить в організм людини протягом його життя; K_e – коефіцієнт безпеки, який визначається залежно від класу безпеки речовини; b – коефіцієнт ізо-ефективності, який враховує особливості токсичних властивостей речовин і приймається залежно від класу безпеки речовини.

Розрахунок ризику прояву миттєвого токсичного ефекту (R_m) проводиться з використанням моделі індивідуальних порогів дії, згідно з якою вірогідність токсичного впливу речовини з урахуванням кратності перевищення $ГДК_{м.р.}$, у відповідності з класом безпеки забруднюючої речовини, може бути представлена такими рівняннями [21]:

- для речовин 1 класу безпеки
- $$R_m = -9,15 + 11,66 \lg \left(\frac{C}{ГДК_{м.р.}} \right);$$
- для речовин 2 класу безпеки
- $$R_m = -5,51 + 7,49 \lg \left(\frac{C}{ГДК_{м.р.}} \right);$$
- для речовин 3 класу безпеки
- $$R_m = -2,35 + 3,73 \lg \left(\frac{C}{ГДК_{м.р.}} \right);$$
- для речовин 4 класу безпеки
- $$R_m = -1,41 + 2,33 \lg \left(\frac{C}{ГДК_{м.р.}} \right).$$

(2)

Між забруднюючими речовинами може мати місце фізико-хімічна взаємодія, що змінює біологічну активність забруднювачів, а, відповідно, і реакцію організму. Результуючі ефекти можуть бути синергічними, сумарними або антагоністичними. Для оцінки комбінованого та комплексного впливу декількох речовин на організм людини використовується метод приведеної концентрації:

$$C_{np} = C_1 + \frac{ГДК_1}{ГДК_2} + \dots + \frac{ГДК_1}{ГДК_n}, \quad (3)$$

де C_{np} – розглядається як біологічний еквівалент сумарної дії домішок, які входять у суміш.

Приведення здійснюється по речовині, яка має найменш сприятливий клас безпеки. Ме-

Розрахунок вірогідності несприятливого ефекту, пов'язаного із забрудненням довкіллям

Об'єкт довкілля	Розрахунок показників
Вплив на атмосферне повітря	<p>Розрахунок максимальної приземної концентрації шкідливих речовин за [18]:</p> $C_M = \frac{AMFm\mu}{H^2 \sqrt{V_1 \Delta T}},$ <p>де A – коефіцієнт, залежить від температурної стратифікації атмосфери; M – маса речовини, що викидається в атмосферу в одиницю часу, г/с; F – коефіцієнт, який враховує швидкість осідання шкідливих речовин у атмосферному повітря, для газоподібних речовин $F = 1$, для пилу та золи $F = 2$; m і n – коефіцієнти, які враховують умови виходу газоповітряної суміші із гирла джерела викиду; μ – коефіцієнт, який враховує вплив рельєфу місцевості; H – висота джерела викиду, м; ΔT – різниця між температурою газоповітряної суміші, яка виходить із труби, та температурою навколишнього атмосферного повітря, °C; V_1 – витрата газоповітряної суміші, м³/с.</p> $V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \omega_0,$ <p>де ω_0 – середня швидкість газоповітряної суміші з гирла джерела викиду, м³/с; D – діаметр гирла джерела викиду, м. Значення коефіцієнтів m і n визначаються:</p> $m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}},$ <p>де $n = 1$, при $v_m \geq 2$; $n = 0,532 v_m^{-2} - 2,13$; $v_m + 3,13$, при $0,5 \leq v \leq 2$; $n = 4,4 v_m$, при $v < 0,5$; при $f = 1000 \frac{w_0 D}{H^2 \Delta T}$, $v_m = 0,65 \frac{V_1 \Delta T}{H}$</p>
Вплив на водне середовище	<p>Оцінка ризику виникнення токсичних ефектів у результаті впливу забруднюючих скидів на водне середовище з урахуванням прогнозу хімічного складу води [19]:</p> $C_{\max} = C_\phi + \frac{(G_i - C_\phi W_i \exp(-K \tau_i))}{\gamma_i W_\phi + W_i},$ <p>де C_{\max}, C_ϕ – середня за розрахунковий період концентрація забруднюючої речовини в максимально забрудненому струмені в заданому для довгострокового прогнозу створі та в початковому створі ділянки річки відповідно, мг/м³; G_i – сумарна кількість забруднюючої речовини, що надходить у річку зі стічними водами i-го населеного пункту за розрахунковий період, г; W_ϕ – водний стік 95% забезпеченості в початковому створі річки за розрахунковий період; W_i – водний стік від i-го джерела забруднення за розрахунковий період, м³; γ_i – коефіцієнт змішування стічних і річкових вод, що визначається по формулах $\gamma_i = q_i / Q$; $\gamma_i = 1 / (\delta_i - 1)$. При наближеному розрахунку, коли взяті порівняно великі ділянки річок (≥ 20 км), можна прийняти для малих річок $\gamma_i = 1$, для середніх $\gamma_i = 0,8$, для великих $\gamma_i = 0,6$; K – коефіцієнт швидкості самоочищення річкової води, 1/дів; τ_i – час добігання води від i-го джерела забруднення до розрахункового створу, дів</p>
Вплив на ґрунти	<p>Для оцінки ризику від різних забруднюючих речовин, що надходять у ґрунт, у більшості випадках використовуються формули та значення референтних доз, розробленими АООС США [20]:</p> $E = A \cdot T \cdot R \cdot C / B,$ <p>де E – поглинальна доза, мг/кг тіла в день; A – надходження ґрунту в організм, мг/день; R – величина ресорбції в день; C_i – концентрація забруднення в середовищі, що розглядається, мг/г ґрунту; B – маса тіла, кг; T – час впливу, років. Для даного розрахунку реальна середня концентрація, внаслідок перорального надходження забруднень, визначається:</p> $C = C_i \cdot A \cdot EF \cdot ED / (B \cdot AT),$ <p>де C_i – концентрація забруднюючої речовини у ґрунті, мк/кг; EF – частота впливу, днів/рік; ED – тривалість впливу, років; AT – час усереднення (70 років для канцерогенних сполук)</p>

тод розрахунку ризику впливу речовин, які мають ефект сумачії за допомогою приведені концентрації, може бути заміненим методом, основанийому на добутку вірогідностей [22]:

$$R_{\text{сум}} = 1 - (1 - R_1)(1 - R_2) \dots (1 - R_n), \quad (4)$$

де $R_{\text{сум}}$ – ризик при комбінованому впливу домішок; R_1, \dots, R_n – ризик при дії на організм окремої суміші.

Критерієм рівня «прийняттого ризику» для ризику хронічних ефектів виступає допустима статистична похибка, яка визначається при оцінці достовірності різниці в рівні загальної захворюваності на території дослідження та приймається рівною 0,02–0,05, тобто 2–5%. Для ризику миттєвого впливу, обумовленого рефлекторними реакціями людини у відповідь на забруднення атмосферного повітря, води і ґрунтів, критерієм є забезпечення якості середовища, що не викликає негативної реакції в більшості (90%) населення. Прийнятне значення індивідуального ризику

миттєвих ефектів приймається на рівні $0,1 \pm 0,05$ ($10\% \pm 5\%$) [23].

Для використання певного значення ризику як оцінного критерію економічного показника при прийнятті рішень пропонується визначати ризик на основі вірогідності виникнення небажаної події (ризик здоров'ю населення) та розмірів наслідків:

$$P = \sum_{i=1}^n R_i \cdot P_i,$$

де P – економічно оцінений еквівалент ризику (розраховується окремо для кожного об'єкта природного середовища); R – значення ризику як вірогідної характеристики – ризик здоров'ю людини; P – величина втрат при настанні несприятливої події.

Результати розрахунків економічно оціненого еквіваленту ризику для компонентів довкілля на прикладі Полтавської області наведено на рис. 1 – рис. 4.

Для оцінки впливу екологічного ризику здоров'я населення регіону на соціально-економічний розвиток регіону розроблена авторська модель, що відображає взаємозалежності в системі відносин

Районування за назвами районів до 2021 р. відповідно [24]

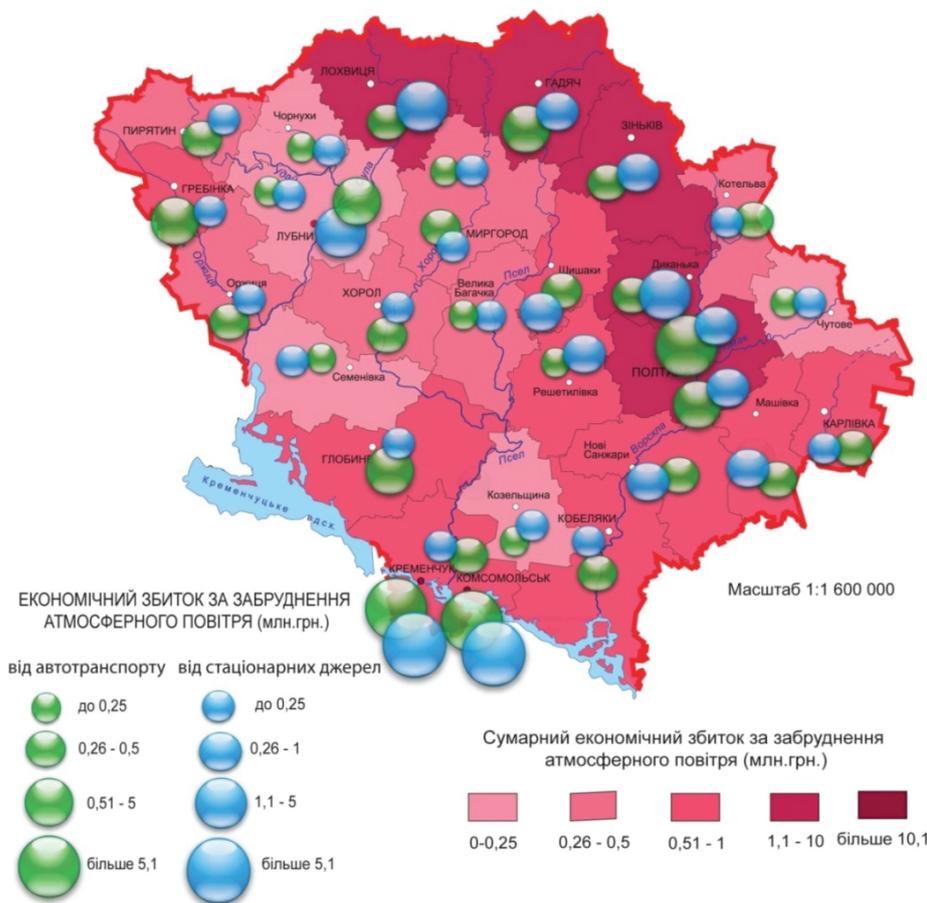


Рис. 1. Економічний збиток за забруднення атмосферного повітря Полтавської області (2017–2021 рр.)

Районування за назвами районів до 2021 р. відповідно [24]

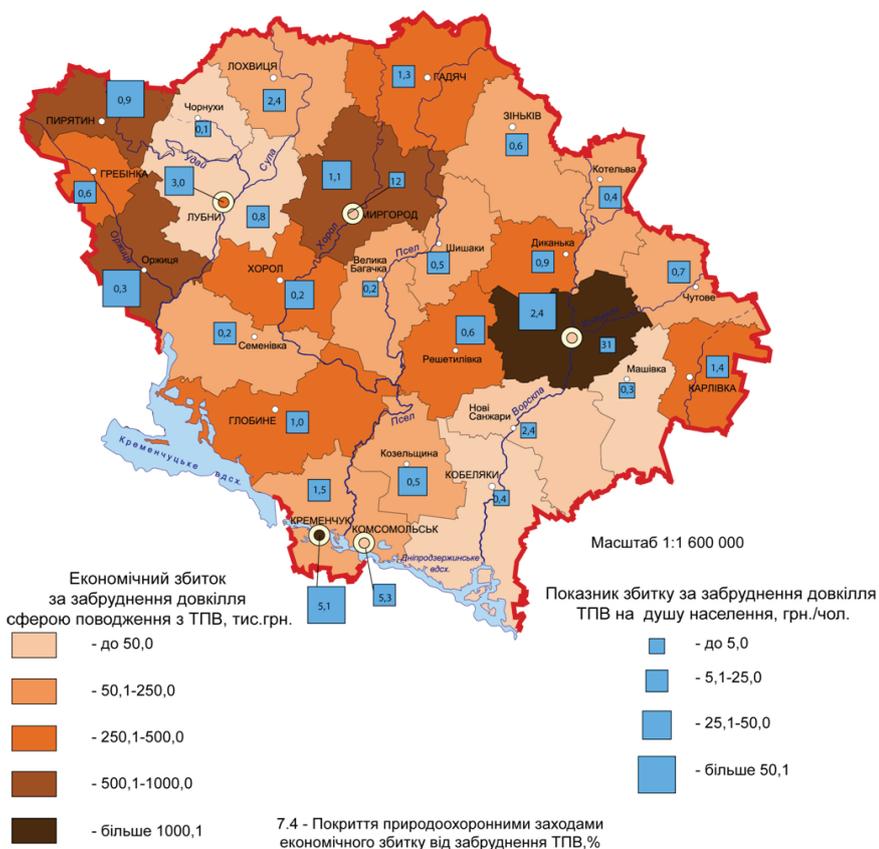


Рис. 3. Економічний збиток від забруднення навколишнього середовища відходами (2017–2021 рр.)



Рис. 4. Узагальнена еколого-економічна оцінка забруднення навколишнього природного середовища за адміністративними районами Полтавської області (2017–2021 рр.)

Гаусса – Маркова) та перевірки на некоректність і гомоскедастичність залишків на основі тесту Дарбіна – Уотсона та тесту Уайта [17] визначено, що метод трикрокового МНК є більш ефективний, ніж двокроковий, оскільки випадкові залишки різних рівнянь даної моделі взаємно корельовані, тобто їх коваріаційна матриця відрізняється від діагональної:

$$\begin{cases} M'_{факт.i} = \frac{a_0 + a_3(b_0 + b_3c_0)}{1 - a_3b_3c_1} + \frac{a_3b_1}{1 - a_3b_3c_1} \tilde{A}c + \\ + \frac{a_1}{1 - a_3b_3c_1} \tilde{W} + \frac{a_3b_2}{1 - a_3b_3c_1} \tilde{G} + \frac{a_2}{1 - a_3b_3c_1} D; \\ P'_{факт.i} = \frac{b_0 + b_3(c_0 + a_0c_1)}{1 - b_3c_1} + \frac{b_1}{1 - b_3c_1} \tilde{A} + \\ + \frac{a_1b_3c_1}{1 - b_3c_1} \tilde{W} + \frac{b_2}{1 - b_3c_1} \tilde{G} + \frac{a_2b_3c_1}{1 - b_3c_1} D; \\ C'_{факт.i} = \frac{c_0 + c_1(a_0 + a_3b_0)}{1 - a_3b_3c_1} + \frac{a_3b_1c_1}{1 - a_3b_3c_1} \tilde{A} + \\ + \frac{a_1c_1}{1 - a_3b_3c_1} \tilde{W} + \frac{a_3b_2c_1}{1 - a_3b_3c_1} \tilde{G} + \frac{a_2c_1}{1 - a_3b_3c_1} D. \end{cases} \quad (7)$$

У результаті отримана модель залежності «екологічний ризик – соціально-еколого-економічні фактори» має вигляд:

$$\begin{cases} M = 6,43 + 32,41\tilde{W} - 0,173D + 0,604P \\ P = 41,29 + 14,43\tilde{A} + 15,49\tilde{G} - 1,28C, \\ C = 39,65 + 1,735M. \end{cases} \quad (8)$$

У кожному рівнянні існують тісні (середня та сильна дія взаємодії) залежності результуючої змінної з факторами (табл. 2). Аналіз часткових

коефіцієнтів кореляції показав, що залежності результату з факторами залишилися на доволі високому рівні.

Таким чином, перше рівняння моделі на прикладі Полтавської області підтвердило припущення про суттєвий вплив забруднення ґрунтів на формування екологічного ризику, оскільки при збільшенні обсягу надходження забруднень у ґрунти на 1 га скоригований рівень захворюваності підвищиться на 32,41%. Рівень екологічної небезпеки економіки регіону також здійснює безпосередній вплив на величину ризику внаслідок того, що при зростанні числа підприємств на 1 тис. шт./особу скоригований рівень захворюваності підвищиться на 0,604%. Чинником зниження ризику виступає показник задоволеності населення в послугах охорони здоров'я, оскільки при збільшенні кількості лікарень на 1 од./тис. осіб рівень захворюваності знизиться на 0,173%.

Друге рівняння вказує на те, що економічний розвиток регіонів України сильно обумовлений атмосферним забрудненням і забрудненням водного середовища, оскільки збільшення викидів та скидів забруднюючих речовин в атмосферу та гідросферу на 1 особу викликало зростанням числа підприємств – забруднювачів атмосфери та води відповідно. Рівень «соціального неблагополуччя» гальмує економічний розвиток регіону, що обумовлено тим, що при зростанні рівня бідності на 1% число підприємств-забруднювачів скоротиться на 1,28 тис. шт./особу. З третього рівняння моделі можна зробити висновок, що при збільшенні рів-

Таблиця 2

Матриця парних коефіцієнтів кореляції

Рівняння 1		\tilde{W}	D	Р	М
	\tilde{W}	1	0,0974	0,5219	0,2106
	D	0,0974	1	0,574	-0,253
	Р	0,5219	0,574	1	0,3172
Рівняння 2		\tilde{A}	\tilde{G}	С	Р
	\tilde{A}	1	0,197	-0,652	0,145
	\tilde{G}	0,197	1	-0,67	0,274
	С	-0,652	-0,67	1	-0,382
Рівняння 3		М	С		
	М	1	0,2542		
	С	0,2542	1		

Джерело: розраховано авторами (за статистичними даними до 2022 р., 2017–2021 рр.).

ня захворюваності на 1% рівень бідності виросте на 1,735%, що підтверджує гіпотезу про наявність екологічно-сфокусованих соціальних проблем. На основі отриманої моделі здійснено прогноз соціально-економічного розвитку Полтавської області при зростанні рівня екологічного ризику (рис. 5).

встановлено, що втрати економіки регіону від екологічно обумовленої захворюваності становлять 3,4–3,6%, при цьому вклад забруднення води – 3%, забруднення повітря – 7%; забруднення ґрунтів – 11%, до того ж, спостерігається тенденція до їх зростання. Вирішення даних проблем потребує

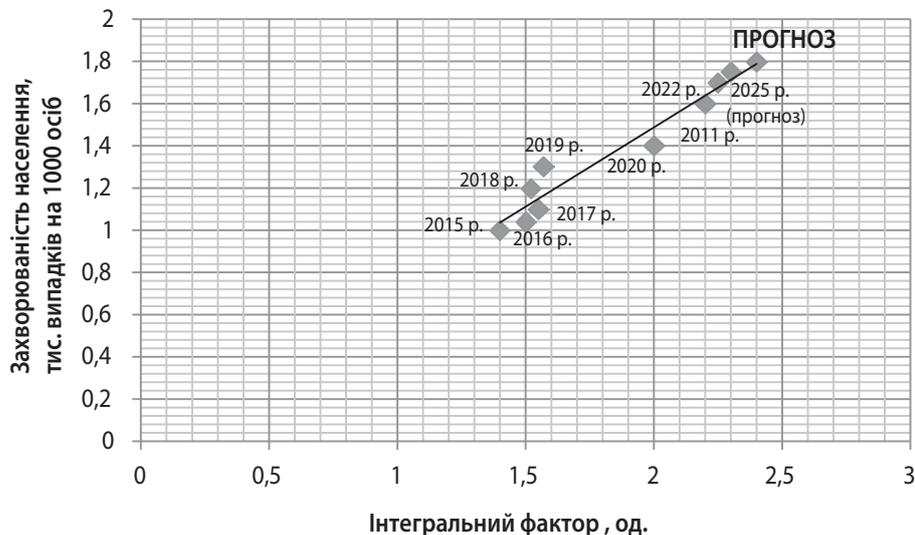


Рис. 5. Результати моделювання впливу соціально-еколого-економічних дестабілізуючих факторів екологічної безпеки регіону (Полтавська область) на рівень захворюваності населення, 2017–2022 рр.

Джерело: складено авторами.

Реалізація авторського методичного підходу до оцінювання екологічного ризику дає можливість зробити висновок, що існуюча регіональна політика в області не формує відчутної позитивної динаміки щодо забезпечення екологічної безпеки, що обумовлено, перш за все, недостатнім залученням вторинних ресурсів у господарський обіг, значним екологічним збитком народному господарству та екологічними ризиками населенню, недостатнім обсягом інвестицій у дану сферу (табл. 3).

Вирішення проблем регіонального екологічно безпечного економічного розвитку повинно носити комплексний характер і включати в себе вдосконалення сучасних передових технологій, створення принципово нових наукоємних технологій, методів управління охороною навколишнього середовища та природокористування, розробку дієвої системи мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище. У даних умовах тільки впровадження системи прийняття науково обґрунтованих екологічно-безпечних соціально-економічних рішень, які базуються на адекватній оцінці ресурсно-екологічних загроз, може бути ефективним фактором, що впливає як на екологічну безпеку, так і на економічний розвиток.

ВИСНОВКИ

У результаті моделювання залежності соціально-економічних від екологічних факторів

здійснення заходів щодо нейтралізації загроз екологічній безпеці та формування ефективної регіональної політики забезпечення екологічної безпеки з урахуванням регіональної специфіки, що сприятиме ефективному соціально-економічному розвитку та зміцненню соціально-економічного потенціалу регіонів, збереженню навколишнього природного середовища, на яке має право населення згідно з Конституцією України.

Таким чином, запропонована методика оцінки екологічного ризику здоров'ю населення з урахуванням соціально-економічних детермінант, як інструментальна підтримка ухвалення рішень з вибору найбільш пріоритетних стратегій екобезпечного економічного розвитку, буде не лише сприяти поліпшенню екологічної ситуації, але і приведе до створення ефективнішої політики забезпечення регіонального екологічно безпечного економічного розвитку. ■

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Національна парадигма сталого розвитку України / за заг. ред. акад. Б. Є. Патона. Київ : ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України», 2012. 72 с.
2. Tu Y.-X., Kubatko O., Melnyk L. et al. Economic, institutional and environmental drivers of SMEs' development in the EU: sustainable development goals

Внутрішньорегіональна диференціація адміністративних районів Полтавської області за рівнем екологічного ризику порівнянно з ресурсозбереженням та ресурсозаміщенням (2017–2021 рр.)

Рівень екологічної безпеки економіки адміністративного району Полтавської області					
		достатній		недостатній	
		Ризик здоров'ю населення		Ризик здоров'ю населення	
Рівень екологічної безпеки регіональної економіки	достатній	достатній		недостатній	
		П*	Р*	достатній	недостатній
недостатній	П*	м. Миргород	–	–	
	Р*	–	–	–	
недостатній	П*	Шишацький, Новосанжарський, Миргородський, Котелевський, Зіньківський, Гребінківський, Карлівський, Семенівський, Великобагачанський райони	м. Лубни, Кременчуцький, Кобеляцький райони	м. Полтава	–
	Р*	Чорнухинський, Лубенський, Глобинський, Гребінківський, Машівський, Чутівський, Козельщинський райони	Оржицький, Полтавський, Диканський, Пирятинський, Хорольський райони	Решетилівський район	м. Кременчук, м. Горішні Плавні, Лохвицький, Гадяцький райони

Примітка: П* – прогресивний розвиток. Р* – регресивний розвиток. Назви районів за статистичними даними до 2021 р.

Джерело: авторська розробка.

- perspective. *Environment, Development and Sustainability*. 2024. Vol. 27. P. 20101–20119.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-024-05686-z>
- Melnyk L., Kalinichenko L., Rozghon Y. et al. Prospects of business process management based on chatbots. *Problems and Perspectives in Management*. 2024. Vol. 22. Iss. 2. P. 197–212.
DOI: [http://dx.doi.org/10.21511/ppm.22\(2\).2024.16](http://dx.doi.org/10.21511/ppm.22(2).2024.16)
 - Трегобчук В. Концепція сталого розвитку для України. *Вісник НАН України*. 2002. № 2. С. 31–40. URL: <https://nasplib.isoftware.kiev.ua/server/api/core/bitstreams/8d9f83a3-98a2-48e8-b2db-c30efc27e123/content>
 - Новітня парадигма вилучення природних ресурсів з навколишнього середовища / за ред. Шапара А. Г. Дніпро : Моноліт, 2018. 126 с.
 - Tymchuk I., Malovanyu M., Shkvirko O. et al. Review of the Global Experience in Reclamation of Disturbed Lands. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2021. Vol. 22. Iss. 1.
DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/132097>
 - Білявський Г. О., Бутченко Л. І. Основи екології: теорія та практикум : навч. посіб. 3-тє вид. Київ : Лібра, 2006. 368 с.
 - Рудько Г. І., Адаменко О. М. Землелогія. Еколого-ресурсна безпека Землі. Київ, 2009. 512 с.
 - Некос В. Ю., Некос А. Н., Сафранов Т. А. Загальна екологія та неоекологія : підручник. Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2010. 588 с.
 - Герасимчук З. В., Вахович І. М. Організаційно-економічний механізм формування та реалізації стратегії розвитку регіону : монографія. Луцьк : Вид-во ЛДТУ, 2022. 248 с.
 - Безпека регіонів України і стратегія її гарантування / за ред. Б. М. Данилишина. Київ : Наукова думка, 2018. У 2-х т. Т. 1 : Природно-техногенна (екологічна) безпека. 392 с.
 - Екосередовище і сучасність. Т. 8 : Природно-техногенна безпека / Дорогунцов С. І., Хвесик М. А., Горбач Л. М. та ін. Київ : Кондор, 2008. 528 с.
 - Сталий розвиток: світоглядна ідеологія майбутнього / за ред. акад. НААН України М. А. Хвесика. Київ : ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України», 2012. 465 с.
 - Сучасні тенденції формування екологічної інфраструктури природокористування : монографія / за ред. д-ра екон. наук, проф. С. К. Харічкова. Одеса : Ін-т пробл. ринку та екон.-екол. дослідж., 2012. 356 с.
 - Регіони України : статист. зб. / за ред. І. Вернера. Київ : Державна служба статистики України, 2022. 276 с.
 - Самойлік М. С., Онищенко С. В. Еколого-економічна оцінка забруднення навколишнього середовища в системі екологічно безпечного розвитку регіонів України : монографія. Полтава : ПолтНТУ, 2012. 269 с.
 - Костюк В. О. Прикладна статистика : навч. посіб. Харків : ХНУМГ, 2015. 192 с.
 - Самойлік М. Забезпечення ресурсно-екологічної безпеки у регіоні: теорія та практика. *Agrar-*

- на економіка. 2014. Т. 7. № 1–2. С. 132–137. URL: http://agrarianeconomy.inau.edu.ua/images/docs/ae_2014_7_1-2/ae_2014_7_1-2_24.pdf
19. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України «Про затвердження Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів» від 20.07.2009 р. № 389. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0767-09#Text>
 20. Наказ Державного агентства земельних ресурсів України та Державної інспекції з контролю за використанням і охороною земель «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо застосування методики визначення розміру шкоди, заподіяної внаслідок самовільного зайняття земельних ділянок, використання земельних ділянок не за цільовим призначенням, зняття ґрунтового покриву (родючого шару ґрунту) без спеціального дозволу» від 12.09.2007 р. № 110. Київ : Софтлайн, 2008.
 21. Health Assessment Document for 2,3,7,8-Tetra chlorodibenzo-p-Dioxin (TCDD) and Related Compounds. EPA/600/BP-92/001c. U.S. EPA. August 1994. 545 p.
 22. Огляд результативності природоохоронної діяльності. Україна. Другий огляд. Серія Оглядів результативності природоохоронної діяльності № 24. Нью-Йорк, Женева, 2007. 247 с. URL: https://unesce.org/DAM/env/epr/epr_studies/Ukraine%20I%20Uk.pdf
 23. Посібник з впровадження місцевих екологічних програм дій в Центральній і Східній Європі. Люксембург : Тасіс, 2010. 218 с.
 24. Статистичний щорічник Полтавської області за 2021 рік. Полтава, 2022. 260 с.

REFERENCES

- Bilivskiy H. O. & Butchenko L. I. (2006). *Osnovy ekolohii: teoriia ta praktykum: navch. posib. 3-tie vyd.* [Fundamentals of ecology: theory and workshop]. Libra.
- Danylyshyna B.M. (2018). *Bezpeka rehioniv Ukrainy i stratehiia yii harantuvannia. T. 1: Pryrodno-tekhnohenna (ekolohichna) bezpeka* [Security of the regions of Ukraine and the strategy for its guarantee. Vol 1: Natural and technogenic (ecological) safety]. Naukova dumka.
- Dorohuntsov S. I., Khvesyk M. A. & Horbach L. M. (2008). *Ekoseredovishche i suchasnist. T. 8: Pryrodno-tekhnohenna bezpeka* [Eco-environment and modernity. Vol 8: Natural and technogenic safety]. Kondor.
- U.S. EPA (1994). *Health Assessment Document for 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-Dioxin (TCDD) and Related Compounds*. EPA/600/BP-92/001c.
- Herasyanchuk Z. V. & Vakhovych I. M. (2022). *Orhanizatsiino-ekonomichnyi mekhanizm formuvannia ta realizatsii stratehii rozvytku rehionu: monohrafiia* [Organizational and economic mechanism of formation and implementation of the regional development strategy]. Vyd-vo LDTU.
- Kharichkova S.K. (2012). *Suchasni tendentsii formuvannia ekolohichnoi infrastruktury pryrodokorystuvannia: monohrafiia* [Modern trends in the formation of environmental infrastructure of environmental management]. In-t probl. rynku ta ekon.-ekol. doslidzh.
- Khvesyka M.A. (2012). *Stalyi rozvytok: svitohliadna ideolohiia maibutnoho* [Sustainable development: worldview ideology of the future]. DU «Instytut ekonomiky pryrodokorystuvannia ta staloho rozvytku NAN Ukrainy».
- Kostiuk V. O. (2015). *Prykladna statystyka: navch. posib.* [Applied statistics]. KhNUMH.
- Melnyk L., Kalinichenko L. & Rozghon Y. (2024). Prospects of business process management based on chatbots. *Problems and Perspectives in Management*, 2(22), 197–212. [http://dx.doi.org/10.21511/ppm.22\(2\).2024.16](http://dx.doi.org/10.21511/ppm.22(2).2024.16)
- Nakaz Derzhavnoho ahentstva zemelnykh resursiv Ukrainy... «Pro zatverdzhennia Metodychnykh rekomendatsii shchodo zastosuvannia metodyky vyznachennia rozmiru shkody...» № 110 [Order of the State Agency for Land Resources of Ukraine... 'On approval of Methodological recommendations...']. Softlain, 2008. (2007, September 12).
- Nakaz Ministerstva okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovishcha Ukrainy «Pro zatverdzhennia Metodyky rozrakhunku rozmiriv vidshkoduvannia zbytkiv...» № 389 [Order of the Ministry of Environmental Protection of Ukraine 'On Approval of the Methodology for Calculating the Amount of Damages...'] (2009, July 20). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0767-09#Text>
- Nekos V. Yu., Nekos A. N. & Safranov T. A. (2010). *Zahalna ekolohiia ta neokolohiia: pidruchnyk* [General ecology and neocology]. KhNU im. V. N. Karazina.
- Ohliad rezultatyvosti pryrodokhoronnoi diialnosti. Ukraina. Druhyi ohliad. Seriia Ohliadiv rezultatyvosti pryrodokhoronnoi diialnosti № 24* [Environmental Performance Reviews. Ukraine. Second Review]. Niu-York, Zheneva. (2007). https://unesce.org/DAM/env/epr/epr_studies/Ukraine%20I%20Uk.pdf
- Paton B. Ye. (2012). *Natsionalna paradyhma staloho rozvytku Ukrainy* [National paradigm of sustainable development of Ukraine]. DU «Instytut ekonomiky pryrodokorystuvannia ta staloho rozvytku NAN Ukrainy».
- Rudko H. I. & Adamenko O. M. (2009). *Zemlelohiia. Ekolohoresursna bezpeka Zemli* [Earthlogy. Ecological and resource safety of the Earth]. Kyiv.
- Samoilik M. S. & Onyshchenko S. V. (2012). *Ekoloho-ekonomichna otsinka zabrudnennia navkolyshnoho seredovishcha v systemi ekolohichno bezpechnoho rozvytku rehioniv Ukrainy: monohrafiia* [Ecological and economic assessment of environmental pollution in the system of ecologically safe development of regions of Ukraine]. PoltNTU.
- Samoilik M. (2014). *Zabezpechennia resursno-ekolohichnoi bezpeky u rehioni: teoriia ta praktyka* [Ensuring resource and environmental safety in the region: theory and practice]. *Ahrarna ekonomika*,

- 1–2(7), 132–137. http://agrarianeconomy.lnau.edu.ua/images/docs/ae_2014_7_1-2/ae_2014_7_1-2_24.pdf
- Shapara A. H. (2018). *Novitnia paradyhma vyluchennia pryrodnykh resursiv z navkolyshnoho seredovyshcha* [The latest paradigm of extraction of natural resources from the environment]. Monolit.
- Statystychnyi shchorichnyk Poltavskoi oblasti za 2021 rik* [Statistical Yearbook of Poltava region for 2021]. Poltava, 2022.
- Tasis (2010). *Posibnyk z vprovadzhennia mistsevykh ekolohichnykh prohram dii v Tsentralnii i Skhidnii Yevropi* [Guide to the implementation of local environmental action programs in Central and Eastern Europe]. Tasis.
- Trehobchuk V. (2002). Kontsepsiia staloho rozvytku dlia Ukrainy [The concept of sustainable development for Ukraine]. *Visnyk NAN Ukrainy*, 2, 31–40. <https://nasplib.isofts.kiev.ua/server/api/core/bitstreams/8d9f83a3-98a2-48e8-b2db-c30ef-c27e123/content>
- Tu Y.-X., Kubatko O. & Melnyk L. (2024). Economic, institutional and environmental drivers of SMEs' development in the EU: sustainable development goals perspective. *Environment, Development and Sustainability*, 27, 20101–20119. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-05686-z>
- Тумчук І., Малованый М. & Шквирко О. (2021). Review of the Global Experience in Reclamation of Disturbed Lands. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 1(22). <https://doi.org/10.12912/27197050/132097>
- Venera I. (2022). *Rehiony Ukrainy: statyst. zb.* [Regions of Ukraine: statistical collection]. Derzhavna sluzhba statyky Ukrainy.
- Стаття надійшла до редакції / Received: 24.11.2025.
Статтю прийнято до публікації / Accepted: 13.12.2025