

ISSN 2664–505X (print)

ISSN 2664–5068 (online)

Міністерство освіти і науки України  
Криворізький державний педагогічний університет

# ЕКОЛОГІЧНИЙ ВІСНИК КРИВОРІЖЖЯ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ТА  
НАУКОВО-МЕТОДИЧНИХ ПРАЦЬ

Засновано в 2002 році

Оновлено в 2015 році

Випуск 8

Кривий Ріг  
2023

ISSN 2664–505X (print)

ISSN 2664–5068 (online)

Ministry of Science and Education of Ukraine  
Kryvyi Rih State Pedagogical University

# ECOLOGICAL BULLETIN OF KRYVYI RIH DISTRICT

SCIENTIFIC AND  
SCIENTIFIC & METHODOLOGICAL  
PAPERS COLLECTION

Founded in 2002

Updated in 2015

Issue 8

Kryvyi Rih  
2023

*ЗАСНОВНИК І ВИДАВЕЦЬ:*  
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради  
Криворізького державного педагогічного університету  
(протокол № 6 від 22 грудня 2023 р.)

*Головний редактор:* **Е. О. Євтушенко**, кандидат біологічних наук, доцент,  
Криворізький державний педагогічний університет  
(Кривий Ріг, Україна)

*Заступники головного редактора:* **Г. Гайльмайер**, доктор філософії, професор,  
Технічний університет (Фрайберг, Німеччина)  
**В. М. Савосько**, кандидат біологічних наук, доцент,  
Криворізький державний педагогічний університет  
(Кривий Ріг, Україна)

*Члени редакційної колегії:*

**Т. М. Альохіна**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Криворізький державний педагогічний університет (Кривий Ріг, Україна)

**О. В. Бондаренко**, кандидат педагогічних наук, доцент, Криворізький державний педагогічний університет (Кривий Ріг, Україна)

**О. О. Дідур**, кандидат біологічних наук, доцент, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (Дніпро, Україна)

**І. О. Зайцева**, доктор біологічних наук, професор, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (Дніпро, Україна)

**Т. Ю. Лихолат**, кандидат біологічних наук, доцент, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (Дніпро, Україна)

**Я. В. Маленко**, кандидат біологічних наук, доцент, Криворізький державний педагогічний університет (Кривий Ріг, Україна)

**А. В. Павличенко**, доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» (Дніпро, Україна)

**Т. В. Селіванова**, кандидат хімічних наук, доцент, Криворізький державний педагогічний університет (Кривий Ріг, Україна)

**Т. Ф. Чипиляк**, кандидат біологічних наук, Криворізький ботанічний сад Національної академії наук України (Кривий Ріг, Україна)

**Н. О. Чувасова**, доктор педагогічних наук, професор, Криворізький державний педагогічний університет (Кривий Ріг, Україна)

*Відповідальний секретар* **І. О. Комарова**, кандидат біологічних наук, доцент,  
Криворізький державний педагогічний університет  
(Кривий Ріг, Україна)

Збірник наукових та науково-методичних праць містить результати досліджень, присвячених сучасним проблемам фундаментальної екології, актуальним питанням екології промислових регіонів, екологічної освіти та методики викладання природничих дисциплін.

Періодичне наукове видання розраховане на широке коло біологів, екологів, викладачів, вчителів, фахівців позашкільних закладів освіти, студентів та учнів, а також всіх небайдужих до стану довкілля Рідного краю.

© Автори статей, 2023



ECOLOGICAL BULLETIN  
OF KRYVYI RIH DISTRICT  
FOUNDER AND PUBLISHER  
KRYVYI RIH STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY

This scientific and scientific & methodological papers collection contains results of the research in the following fields: (i) modern problems of fundamental ecology, (ii) topical issues of ecology and the state of environment at industrial areas, (iii) ecological education and methods for natural sciences teaching.

This periodic scholarly publication designed for: biologists, ecologists & environmentalists, university academics, teachers of lyceum / gymnasium / schools, specialists of out-of-school educational institutions, students and pupils, as well as all those who care about the environment of the native land.

**EDITORIAL BOARD**

*Editor-in-Chief* **Eduard Yevtushenko**, Doctor of Philosophy (Biology),  
Associate Professor, Kryvyi Rih State Pedagogical  
University (Kryvyi Rih, Ukraine)

*Deputy Editors* **Hermann Heilmeier**, Doctor of Philosophy, Professor,  
Technische Universität (Freiberg, Germany)

**Vasyl Savosko**, Doctor of Philosophy (Biology)  
Associate Professor, Kryvyi Rih State Pedagogical  
University (Kryvyi Rih, Ukraine)

*Members of the editorial board:*

**Tetiana Alokhina**, Doctor of Philosophy (Biology), Senior Researcher,  
Kryvyi Rih State Pedagogical University (Kryvyi Rih, Ukraine)

**Olga Bondarenko**, Doctor of Philosophy (Pedagogy),  
Associate Professor, Kryvyi Rih State Pedagogical University  
(Kryvyi Rih, Ukraine)

**Oleg Didur**, Doctor of Philosophy (Biology), Associate Professor,  
Oles Honchar Dnipro National University (Dnipro, Ukraine)

**Iryna Zaytseva**, Doctor of Science (Biology), Professor,  
Oles Honchar Dnipro National University (Dnipro, Ukraine)

**Tetyana Lykholat**, Doctor of Philosophy (Biology),  
Associate Professor, Oles Honchar Dnipro National University  
(Dnipro, Ukraine)

**Yana Malenko**, Doctor of Philosophy (Biology), Associate Professor,  
Kryvyi Rih State Pedagogical University (Kryvyi Rih, Ukraine)

**Artem Pavlychenko**, Doctor of Science (Engineering), Professor,  
Dnipro University of Technology (Dnipro, Ukraine)

**Tetiana Selivanova**, Doctor of Philosophy (Chemistry),  
Associate Professor, Kryvyi Rih State Pedagogical University  
(Kryvyi Rih, Ukraine)

**Tetiana Chypyliak**, Doctor of Philosophy (Biology),  
Kryvyi Rih Botanical Garden of National Academy of Sciences of Ukraine  
(Kryvyi Rih, Ukraine)

**Nataliia Chuvasova**, Doctor of Science (Pedagogy), Professor,  
Kryvyi Rih State Pedagogical University (Kryvyi Rih, Ukraine)

*Executive* **Iryna Komarova**, Doctor of Philosophy (Biology),  
*Editors* Associate Professor, Kryvyi Rih State Pedagogical  
(Kryvyi Rih, Ukraine)

## Зміст

### АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ ПРОМИСЛОВИХ РЕГІОНІВ

*Ю. В. Белик, Ю. В. Лихолат*

ВПЛИВ ПРОМИСЛОВИХ УМОВ НА РІВЕНЬ ФЛУКТУЮЧОЇ  
АСИМЕТРІЇ ЛИСТКОВОЇ ПЛАСТИНКИ *BETULA PENDULA*  
НА ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЛЯХ..... 13

*Е. О. Євтушенко, І. О. Комарова, Є. В. Поздній,  
Є. О. Брошко, І. М. Федяніна*

СТВОРЕННЯ ЧАГАРНИКОВИХ УГРУПОВАНЬ ЯК  
ОСЕРЕДКІВ ВІДНОВЛЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ  
ЖОВТОКАМ'ЯНСЬКОГО КАР'ЄРУ..... 24

*І. О. Комарова, Я. В. Маленко, В. О. Котовська*

ЛІКАРСЬКІ РОСЛИНИ ФЛОРИ МІСТА КРИВИЙ РІГ..... 39

*Т. В. Селіванова, В. Г. Столяренко, А. О. Ючинська,  
О. М. Білецька*

СИНТЕЗ І ХАРАКТЕРИСТИКИ БІОДЕГРАДАБЕЛЬНИХ  
ПЛІВОК НА ОСНОВІ АГАР-АГАРУ..... 50

*Я. В. Маленко, О. О. Кобрюшко, Д. Д. Верба*

ТАКСОНОМІЧНИЙ СКЛАД ГОЛАРКТИЧНОЇ ГРУПИ  
АРЕАЛІВ УГРУПОВАНЬ РОСЛИН ТЕХНОГЕННИХ  
ЕКОТОПІВ ВІДВАЛІВ КРИВБАСУ..... 59

### ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ, ВИХОВАННЯ ТА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН

*І. О. Остапчук, В. Л. Казаков*

ЗМІСТ, МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ТА  
ПРОВЕДЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ЕКСКУРСІЙ..... 84

***Н. О. Ахматова***

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧИХ  
ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ ..... 98

## Contents

### CURRENT ISSUES OF APPLIED ECOLOGY OF INDUSTRIAL REGIONS

*Yu. V. Bielyk, Yu. V. Lykholat*

THE IMPACT OF INDUSTRIAL CONDITIONS ON  
THE LEVEL OF FLUCTUATING ASYMMETRY OF  
THE LEAF BLADE OF *BETULA PENDULA* ON  
DEVASTATED LANDS . . . . . 13

*E. O. Yevtushenko, I. O. Komarova, Y. V. Pozdnyy,  
Y. O. Broshko, I. M. Fedianina*

CREATION OF SHRUB COMMUNITIES AS CELLS  
OF PROCEEDING OF BIODIVERSITY IN THE  
ZHOVTOKAMIANKA QUARRY . . . . . 24

*I. O. Komarova, Y. V. Malenko, V. O. Kotovska*

MEDICINAL PLANTS OF THE FLORA OF KRYVYI RIH  
CITY . . . . . 39

*T. V. Selivanova, V. G. Stoliarenko, A. O. Uchinska,  
O. M. Biletska*

SYNTHESIS AND CHARACTERISTICS OF  
BIODEGRADABLE FILMS BASED ON AGAR . . . . . 50

*Ya. V. Malenko, O. O. Kobryushko, D. D. Verba*

TAXONOMIC COMPOSITION OF THE HOLARCTIC  
GROUP OF AREAS OF PLANT GROUPS OF  
TECHNOGENIC ECOTOPES OF THE KRYVBAS  
DUMPS . . . . . 59

### THE PROBLEM OF ENVIRONMENTAL EDUCATION, EDUCATION AND SCIENTIFIC DISCIPLINES TEACHING METHODS

*I. O. Ostapchuk, V. L. Kazakov*

CONTENT, METHODOLOGICAL FEATURES OF THE  
PREPARATION AND CONDUCT OF ECOLOGICAL  
EXCURSIONS (ON THE EXAMPLE OF KRYVYI RIH) . 84

*N. O. Ahmatova*  
METHODOLOGICAL ASPECTS OF TEACHING  
NATURAL  
SCIENCES IN DISTANCE EDUCATION . . . . . **98**

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ  
ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ  
ПРОМИСЛОВИХ РЕГІОНІВ

---

CURRENT ISSUES  
OF APPLIED ECOLOGY  
OF INDUSTRIAL REGIONS





# THE IMPACT OF INDUSTRIAL CONDITIONS ON THE LEVEL OF FLUCTUATING ASYMMETRY OF THE LEAF BLADE OF *BETULA PENDULA* ON DEVASTATED LANDS

Yu. V. Bielyk<sup>1\*</sup>, Yu. V. Lykholat<sup>1</sup>

<sup>1</sup> — *Oles Honchar Dnipro National University,  
Dnipro, Ukraine*

**Abstract.** The article presents the results of assessing the variability of morphometric parameters of silver birch (*Betula pendula*) leaf blades on the devastated lands of the Petrovsky iron ore dump. The study utilized the results of our own research conducted from 2022 to 2023 on the territory of the Petrovsky dump in the Kryvyi Rih iron ore region. Investigations were carried out on technogenically disturbed areas that had not been reclaimed. It was found that the morphometric parameters of birch leaf blades exhibit clear ecological determinism. On all investigated plots characterized by a high level of pollution, the fluctuating asymmetry for *Betula pendula*, naturally occurring on the devastated lands of the Petrovsky dump, was determined to be 0.0556, indicating an approximation of the ecological condition to a pre-critical level. After calculating the average values of the integrated FA indicators across all sites, it was established that the most sensitive feature to adverse conditions in devastated lands is the distance between the bases of the first and second-order veins (0.132), while the most stable feature is the second characteristic (length of the second-order vein from the base of the leaf), which is 0.024. Maximum Spearman's correlation coefficients were recorded between the parameters: gross content of heavy metals in the soil of devastated lands and the level of fluctuating asymmetry in birch leaves ( $r=0.800$ ). The study demonstrates that woody plant species on the Petrovsky dump are generally subject to the influence of adverse environmental factors.

**Keywords:** *Betula pendula*, fluctuating asymmetry, correlation analysis, devastated lands, iron ore dump, Petrovsky dump, Kryvyi Rih.

**Introduction.** The exploration of the nature and repercussions of human-induced environmental effects, coupled with the adept management of these influences to safeguard the welfare of both human society and the broader ecosystem, represents a pressing contemporary concern. The environmental condition of Kryvyi Rih, as one of the most technogenically burdened regions in Ukraine, raises significant concerns. Each year, the anthropogenic pressure on nature intensifies, resulting in the emergence

\*Corresponding author. E-mail addresses: belik.uliy@gmail.com

of disturbed land areas. Only in Kryvyi Rih, these areas cover an area exceeding 30 thousand hectares, acting as formidable sources of dust generation and causing a deficiency in nutrients for plants, consequently altering their hydrological regime [2, 3, 6]. It has been proven that all devastated lands (dumps, quarries, tailings storage facilities, industrial sites, etc.) significantly disrupt the environmental balance in industrial regions [4, 8, 9, 13, 17]. The problem of environmental pollution and the response of living organisms to anthropogenic factors remain relevant.

Evolutionarily, it has developed that leaves, as plant organs, are sensitive to changes in the surrounding environment. For the leaf blade of woody and shrub plants, a bilaterally symmetric structure is characteristic. They exhibit pronounced symmetry or minor deviations from it, provided they grow in favorable environmental conditions, serving as a marker of stable homeostasis [10, 12, 16]. Fluctuating asymmetry (FA) is a widely used tool to detect developmental instability and plants under stressful conditions are expected to exhibit increased values of asymmetry [5, 7, 12, 15, 19].

In previous studies, the content of nutrients and heavy metals in the leaves of dominant tree species on the iron ore dump in the Kryvyi Rih basin was determined, along with the overall condition of the dendrocenosis [1, 18]. Exploring the impact of industrial conditions on the level of fluctuating asymmetry of the leaf blade of *Betula pendula* on devastated lands is crucial for comprehending the natural recovery of their populations. It also aids in assessing the influence of anthropogenic factors on the adaptation processes of plants existing in disturbed territories. However, the assessment of fluctuating asymmetry in the leaves of *Betula pendula* Roth. under the conditions of devastated lands in the city of Kryvyi Rih has not been conducted. Finally, we wrap up by delving into the study's contributions, emphasizing the practical implications of the paper, and exploring avenues for extending the research in future studies.

The object of this work: to investigate the asymmetry coefficient of *Betula pendula* leaves, which naturally occur on the devastated lands of the iron ore dump (Kryvyi Rih) and analyze the ecological conditionality of the indicators.

**Materials and Methods.** The study materials were derived from the results of our own research conducted throughout the years 2022–2023. The investigations took place on the territory of the devastated lands of the Petrovsky iron ore dump, situated in the Central part of the Kryvyi Rih region. Samples of *Betula pendula* leaves were collected within 5 temporary research plots (fig. 1) that differed in various ectopic conditions (age of the dump, composition of mountain rocks, micro and macro relief).



**Figure 1. Plan-scheme of Petrivskyi iron ore dump and the location of the test plots: I, II, III, IV, V — research sites**

The research adhered to the methodology introduced by Zakharov et al. [20], which requires 100 leaves (10 leaves from each of 10 trees) to characterize a single site. We rigorously followed this approach, deviating only in cases where there were fewer than 10 trees of the appropriate age at the designated site.

Measurements were taken for 5 parameters in millimeters (parameters 1–4) and degrees (parameter 5) on the left and right sides of the leaf blade (Fig. 2.13): half leaf width (left/right); length of the second-order vein from the base of the leaf (left/right); distance between the bases of the first and second-order veins (left/right); distance between the ends of these veins (left/right); angle between the main vein and the second-order vein from the base (left/right). Parameters 1–4 were measured using a measuring compass and ruler, while the angle between the veins (5) was determined using a protractor.

The magnitude of FA was assessed using an integral indicator – the value of the average relative difference for the traits, calculated as the arithmetic mean of the ratio of the difference to the sum of leaf measurements on the left and right. To achieve this, the absolute difference between the left ( $L$ ) and right ( $R$ ) measurements was divided by the sum of these measurements (Formula 1):  $|L - R| / |L + R|$ , (1)

Using the values of FA for each trait, the asymmetry index for each leaf was calculated. The obtained value was divided by the number of traits (Formula 2):

$$Z = (Y1 + Y2 + Y3 + Y4 + Y5)/N, (2)$$

where  $N$  is the number of parameters, and  $Y$  is the indicator calculated for each parameter as the difference between the right and left parts of the leaf blade.

After this, the average relative differences between sides were determined (Formula 3):

$$X_{\text{ср.}} = (Z1 + Z2 + \dots + Zn)/n, (3)$$

$n$  – is the number of leaves (100 pcs). The results were processed by standard methods of variation and correlation statistics at a 95% level of significance [14].

In table 1, an evaluation of the obtained results of fluctuating asymmetry is presented according to a five-point scale proposed by Zakharov et al [20].

**Table 1. Scale used for evaluating the environmental quality based on the developmental instability of *Betula pendula***

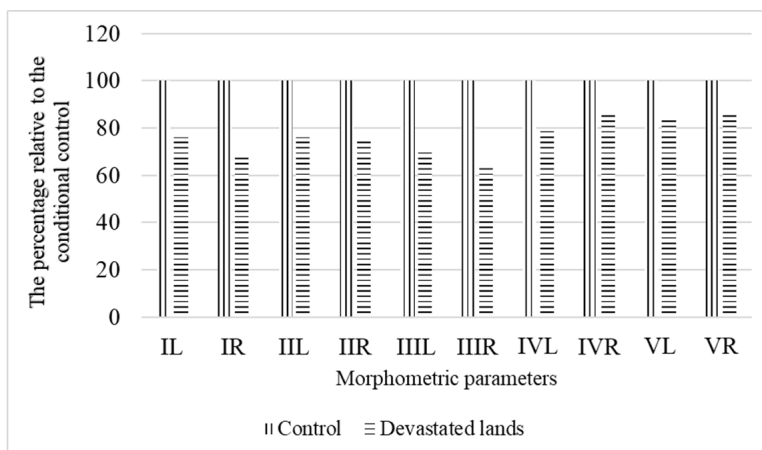
Score	FA Level	Assessment	
		Rank	Conditions
1	< 0.040	I	Conditional norm and minimal deviations
2	0.040 – 0.044	II	Minimal impact level
3	0.045 – 0.049	III	Average impact level
4	0.050 – 0.054	IV	Maximum impact level
5	> 0.054	V	Considerable deviations, critical state

The scale of deviation from the norm characterizes the level of territory pollution based on the FA indicator, where 1 point corresponds to the «conditional norm», and 5 points indicate a «critical state». Samples of *Betula pendula* leaves from trees in natural plantings in Gurivsky Forest (Kirovohrad region) were used as a control. The natural phytocenoses of this forest are located in the floodplain of the Bokova River, approximately 30 km away from industrial enterprises.

**Results and its discussion.** Having received and analyzed the results, we can conclude that the increase in levels of air pollution negatively affects the morphometric characteristics of birch leaves. This fact can be explained by the toxic impact of air and soil pollution with heavy metals on plants, leading to a reduction in leaf size. In our opinion, this phenomenon can be

explained by the effect of regional geochemical and biogeochemical anomaly, which is characterized by the increased content of Ferrum and Zinc. As previous research results have indicated, the growth and development of trees on devastated lands occur in the presence of a clear excess of heavy metals, especially Fe, Mn, and Zn [18].

In the devastated lands of Petrovsky waste rock dump, a decrease in numerical values for all indicators was observed compared to the values obtained in the control area of Gurivka forest (Kirovohrad region) (fig. 2).



**Figure 2. Relative morphometric parameters of *Betula pendula* leaves under the conditions of the devastated lands of the Petrovsky dump (*L* — parameters of the left side, *R* — parameters of the right side)**

As previously stated, in the devastated lands of the Petrovsky waste rock dump, there was a decline in numerical values for all indicators compared to the values obtained in the control area of Gurivka Forest (Kirovohrad region).

After assessing the average values of the integral FA indicators in *Betula pendula* leaves, we can conclude that the most sensitive characteristic to adverse conditions of devastated lands is the distance between the bases of the first and second veins of the second order (0.132). The analysis of the obtained results revealed that the second characteristic among the five investigated parameters is the most stable, with a value of 0.024.

The study of leaf morphology indicators of woody plants, particularly

their fluctuating asymmetry, is a promising method for bioindication of environmental conditions. It is logical that increased levels of air pollution negatively impact the morphometric characteristics of birch leaves. The overall fluctuating asymmetry index of the leaf blade of *Betula pendula* shows significant differences across various research sites (table 2).

**Table 2. Assessment of *Betula pendula* developmental instability in the devastated lands of Petrovsky iron ore dump**

Five characteristics		Statistics				
		Min	Max	M±m	V%	P%
I	L	18	31	23.4±2.91	27.79	12.43
	R	19	31	23.8±2.75	25.80	11.53
II	L	30	40	34±2.26	14.85	6.64
	R	30	41	34.7±2.36	15.37	6.87
III	L	2	6	4.2±0.67	35.32	15.79
	R	2,5	6	4.9±0.64	29.22	13.07
IV	L	10	14	12±0.71	13.18	5.89
	R	10	13	11.3±0.62	12.36	5.53
V	L	40	58	49.2±3.22	14.61	6.54
	R	39	57	48±3.31	15.38	6.88

M — arithmetic mean, m — standard error of mean, CV% — coefficient of variability, P% — statistical significance, tst — Student's t-test.

Based on the calculation of the mean value of the fluctuating asymmetry, we established the dependence between the violation of symmetry levels and the environmental pollution. During the study, a general indicator of asymmetry of morphometric parameters of the leaf blade of *Betula pendula* trees was determined. Considering that the Petrovsky waste rock dump was formed for the storage of low-prospective iron ores, quartzites, shales, and loose rocks (clay, sand, and loam), the ecological conditions for the growth and development of woody plants appear to be challenging.

In the discussion, we compared the obtained data with the scale proposed by Zakharov et al. The maximum value of fluctuating asymmetry in *Betula pendula* was observed in plot 1 — 0.062. At locations 2 — 4, the fluctuating asymmetry coefficient varies within the range of 0.053–0.057. Minimal disturbances are observed in the samples collected at the fifth research site, amounting to 0.050. The research results indicate environmental pollution in the devastated lands. The challenging conditions for the growth of woody and shrub plants, where the pollution level approached five points, are

characterized as a critical state ( $> 0.54$ ) (table 3).

**Table 3. Fluctuating asymmetry index of *Betula pendula* and the environmental quality ranking**

Sample collection location	Comprehensive assessment of parameters		
	Fluctuating asymmetry index	Rank	Ecological assessment of the territory
Petrovsky iron ore dump–study plot I	$0.062 \pm 0.002$	V	Considerable deviations, critical state
Petrovsky iron ore dump–study plot II	$0.053 \pm 0.001$	IV	Maximum impact level
Petrovsky iron ore dump–study plot III	$0.057 \pm 0.002$	V	Considerable deviations, critical state
Petrovsky iron ore dump–study plot IV	$0.056 \pm 0.001$	V	Considerable deviations, critical state
Petrovsky iron ore dump–study plot V	$0.050 \pm 0.001$	IV	Maximum impact level
Control	$0.032 \pm 0.001$	I	Undisturbed, minimal deviations from the normal state

Table 3 presents the results of the integral asymmetry index of silver birch leaves in an area with minimal air pollution (located in Gurivka Forest), which is the lowest at 0.032. It has been determined that in the area of maximum air pollution, the indicators of fluctuating asymmetry (0.056–0.062) indicate extremely unfavorable conditions, with plants being in a severely suppressed state. The integral indicator of fluctuating asymmetry in plants from the first, third, and fourth plots of the Petrovsky waste rock dump corresponds to 5 points on the standard scale and reflects a «critical» state of the environment of the devastated lands for this species. The remaining research plots (second and fifth) are rated at 4 points, indicating unfavorable conditions of the devastated lands.

It should be noted that the I study plot, located on the first berm of the waste rock dump, where 60 years ago works on dumping of mountain rocks were carried out. The formation of the I and II study plots was completed 50–60 years ago. The self-revegetation period of the IV study plot does not exceed 45 years. It was found that the lowest FA indices were study

in the V plot, characterized by dense herbaceous cover, where significant associations of hydrophytes are present.

*Ecological determinants of asymmetry coefficient in Betula pendula* leaves on devastated lands in Kryvyi Rih. Our calculations confirm the possible connection between the content of heavy metals in the soils of the devastated lands of the Petrovsky iron ore dump and the indicators of fluctuating asymmetry in the leaves of the naturally occurring birch within the technogenically disturbed areas. In our ecological studies, we calculated Spearman's rank correlation coefficients. The most significant correlation relationships ( $p < 0.05$ ) were observed between indicators such as the metal content in the waste dump soils and the level of fluctuating asymmetry. Data on the gross content of heavy metals was taken from our previous studies on the Petrovsky iron ore dump. The Spearman correlation coefficient between the concentration of heavy metals and the level of fluctuating asymmetry is 0.800, indicating a strong positive monotonic dependence.

**Conclusions.** All available sources of information and the results of our own research have been summarized. Fluctuating asymmetry is a valuable tool for understanding the developmental repercussions of technological stress on plant organisms. The research results indicate that the magnitude of fluctuating asymmetry for silver birch (*Betula pendula*), naturally occurring on the devastated lands of the Petrovsky waste rock dump, is 0.0556.

This suggests an approximation of the environmental condition to the pre-critical level. It has been established that the most sensitive characteristic to adverse conditions in devastated lands is the distance between the bases of the first and second veins of the second order (0.132), while the most stable characteristic is the second feature (length of the second vein of the second order from the leaf base), which is 0.024.

The correlation patterns confirm our previous hypothesis that woody plants grow under complex ecological conditions of devastated lands. The maximum values of Spearman's correlation coefficients were observed between the parameters: gross content of heavy metals in the soil of devastated lands and the level of fluctuating asymmetry in birch leaves ( $r = 0.800$ ).

Considering all the obtained results, it can be concluded that woody plant species on the devastated lands of the Petrovsky iron ore dump are in a stressed condition, which may lead to premature aging of plants and a decrease in phytooptimization functions. In our opinion, the selection of species naturally occurring in the devastated lands of Kryvorizhzhya will ensure the high efficiency of phytooptimization measures for anthropogenic



objects. Their restoration is complicated by low fertility potential and disrupted hydrological regimes.

The results of our research can be utilized in the development of technologies for the restoration of devastated lands in industrial regions.

## Reference

1. Bielyk, Y., Savosko, V., Lykholat, Y. (2022). The ecological conditionality of tree vitality indicators and dendrometric parameters of the woody plants community growing naturally on the devastated lands in iron waste rock dump. *Bulletin of Odessa National University. Biology*, 27(1), 7–23. [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1\(50\).259959](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1(50).259959)
2. Bielyk, Y., Savosko, V., Lykholat, Y., Heilmeier, H., & Grygoryuk, I. (2020). Macronutrients and heavy metals contents in the leaves of trees from the devastated lands at Kryvyi Rih District (Central Ukraine). *E3S Web of Conferences*, 166, 01011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016601011>
3. Boyce, S.G. (1975). Ecology and Reclamation of Devastated Land. *Forest Science*, 21, 1, 44–45. <https://doi.org/10.1093/forestscience/21.1.44>
4. Danilchuk N. M. (2020) «Species of the genus *Populus* L. in landscaping of city parks and technogenic disturbed lands of Kryvyi Rih (Ukraine)», *Danish Scientific Journal*, 42 (1), 8–14.
5. Dement, W.T., Hackworth, Z.J., Lhotka, J.M. (2020). Plantation development and colonization of woody species in response to post-mining spoil preparation methods. *New Forests* 51, 965–984. <https://doi.org/10.1007/s11056-019-09769-y>
6. Denysyk, H. I., Yarkov, S. V., & Kazakov, V. L. (2012). *Synthesis of vegetable cover in the landscapes of technogenesis areas*. Edeiveis K, Vinnitsa (in Ukrainian).
7. Graham, J.H. (2021). Fluctuating Asymmetry and Developmental Instability, a Guide to Best Practice. *Symmetry*, 13(1), 9. <https://doi.org/10.3390/sym13010009>
8. Jennifer, R. W., Byrne, J., & Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities «just green enough». *Landscape and Urban Planning*, 125, 234–244. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.017>

9. Korshikov, I. I., & Petrushkevich Yu. M. (2017) Viability of *Betula pendula* Roth. in the urban system of Kryvyi Rih. Introduction of plants. 1. 28–35.
10. Kozlov, M. V., Gavrikov, D. E., Zverev, V., & Zvereva, E. L. (2018). Local Insect Damage Reduces Fluctuating Asymmetry in Next-years Leaves of Downy Birch. *Insects*, 9 (2), 56–64. <https://doi.org/10.3390/insects9020056>
11. Kvitko, M. O., & Savosko, V. M. (2018). Ecological features of the relative life state of the forest plantations at Kryvorizhzhya. *Problems of Bioindication and Ecology*, 23(2), 34–57. <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/2-03> (in Ukrainian).
12. Leung, B., Forbes, M. R., & Houle, D. (2000). Fluctuating asymmetry as a bioindicator of stress: Comparing efficacy of analyses involving multiple traits. *American Naturalist*, 155, 101–115.
13. Mazur, A. Ye., Kucherevsky, V. V., Shol', H. N., Baranets, M. O., Sirenko, T. V., & Krasnoshtan, O. V. (2015). Biotechnology of the iron-ore dump recultivation by creation of steady plants communities. *Science and innovations*, 11 (4), 41–52. <https://doi.org/10.15407/scin11.04.041> (in Ukrainian).
14. McDonald, J.H. (2014). *Handbook of Biological Statistics*. Baltimore: Sparky House Publishing.
15. Petruskevych, Y. M. (2018). Impact of industrial conditions on the magnitude of fluctuating asymmetry of *Betula pendula* leaf blade. *Scientific Notes of Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatyuk. Biology*, 1 (72), 82–89 (in Ukrainian).
16. Sandner, T. M., Zverev, V., & Kozlov, M. V. (2019). Can the use of landmarks improve the suitability of fluctuating asymmetry in plant leaves as an indicator of stress? *Ecological indicators*, 97, 457–465. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.10.038>
17. Savosko, V., Lykholat, Y., Domshyna, K., & Lykholat, T. (2018). Ecological and geological determination of trees and shrubs' dispersal on the devastated lands at Kryvorizhzhya. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 27 (1), 116–130. <https://doi.org/10.15421/111837> (in Ukrainian).
18. Savosko, V.M., Lykholat Y.V., Bielyk Y.V. (2021). *Foresting of technogenic devastated lands as an effective factor for environmental safety at he mining & metallurgical district. In Effects of pollution and*

- climate change on the ecosystem componenets* (Ed. Y.V. Lykholat, pp. 6–39). Praha, Oktan Print. [https://doi.org/ 10.46489/EOPACC-1204211](https://doi.org/10.46489/EOPACC-1204211)
19. Skliarenko, A. V. (2019). Assessment of the impact of industrial conditions on the magnitude of fluctuating asymmetry of *Betula pendula* leaf blade in Zaporizhzhia. *Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine*, 29 (6), 54–57(in Ukrainian).
  20. Zakharov, V. M., et al. (2000). *Environmental Health: Assessment Practices*. Moscow. 320 p.

### ВПЛИВ ПРОМИСЛОВИХ УМОВ НА РІВЕНЬ ФЛУКТУЮЧОЇ АСИМЕТРІЇ ЛИСТКОВОЇ ПЛАСТИНКИ *BETULA PENDULA* НА ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЛЯХ

Ю. В. Белик<sup>1</sup>, Ю. В. Лихолат<sup>1</sup>

<sup>1</sup> — Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,  
Дніпро, Україна

**Анотація.** У статті представлено результати оцінки мінливості морфометричних параметрів листкової пластинки берези повислої (*Betula pendula*) на девастрованих землях Петровського залізорудного відвалу. Матеріалами роботи слугували результати власних досліджень, які виконували упродовж 2022–2023 рр., на території Петровського відвалу Криворізького залізорудного регіону. Дослідження проводили на техногенно потрушених територіях, які не були рекультивовані. Встановлено, що морфометричні параметри листкової пластинки берези мають чітку екологічну детермінованість. Виявлено, що на всіх дослідних ділянках, які характеризуються високим рівнем забруднення, величина флуктуючої асиметрії для *Betula pendula*, що природно поширена на девастрованих землях Петровського відвалу становить 0,0556, що свідчить про наближення екологічного стану до передкритичного рівня. Після підрахунку середніх значень інтегральних показників ФА за усіма майданчиками, встановили, що найбільш чутливою ознакою до несприятливих умов девастрованих земель є відстань між основами першої та другої жилки другого порядку (0,132), а найбільш стабільною — друга ознака (довжина другої жилки другого порядку від основи листка), що складає — 0,024. Максимальні значення коефіцієнтів кореляції Спірмена було зафіксовано між параметрами: валовий вміст важких металів у ґрунті девастрованих земель і рівень флуктуючої асиметрії берези ( $r = 0,800$ ). Показано, що на Петровському відвалі деревні породи рослин, як правило, піддаються впливу несприятливих факторів зовнішнього середовища.

**Ключові слова:** *Betula pendula*, флуктуюча асиметрія, кореляційний аналіз, девастровані землі, залізорудний відвал, Петровський відвал, Кривий Ріг.

# СТВОРЕННЯ ЧАГАРНИКОВИХ УГРУПОВАНЬ ЯК ОСЕРЕДКІВ ВІДНОВЛЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЖОВТОКАМ'ЯНСЬКОГО КАР'ЄРУ

Е. О. Євтушенко<sup>1\*</sup>, І. О. Комарова<sup>1</sup>, Є. В. Поздній<sup>1</sup>,  
Є. О. Брошко<sup>1</sup>, І. М. Федяніна<sup>1</sup>

<sup>1</sup> — *Криворізький державний педагогічний університет,  
м. Кривий Ріг, Україна*

**Анотація.** Завершення видобутку корисних копалин у кар'єрах ставить завдання подальшого їх використання. Важливим є екологічне відновлення таких територій, створення осередків для рослинних і тваринних угруповань, відновлення біорізноманіття. Неробоча частина Жовтокам'янського кар'єру має збіднений видовий склад чагарників. Нові види чагарників і чагарникових угруповань формуватимуть додаткові ресурси життя для видів рослин і тварин, слугуватимуть відновленню біорізноманіття кар'єру. У межах непрацюючої частини Жовтокам'янського кар'єру визначено 5 ділянок з екологічними умовами місцезростання, що відповідають біологічним властивостями чагарникових видів. За критеріями посухостійкості, морозостійкості, життєздатності, періодів цвітіння та дозрівання плодів, тривалості, можливості використання представниками фауни відібрано 8 видів чагарників для висадження в межах цих ділянок.

Відповідно до критеріїв для висадження відібрані такі види: Сніжноягідник білий (*Symphoricarpos albus* (L.) Blake), Керрія японська (*Kerria japonica* (L.) Dc.), Бирючина звичайна (*Ligustrum vulgare* L.), Бруслина європейська (*Euonymus europaeus* L.), Спірея японська (*Spiraea japonica* L.f.), Жимолость татарська (*Lonicera tatarica* L.), Бузок Зверінцова (*Syringa sweginzowii* Koehne & Lindl.), Ялівець козацький (*Juniperus sabina* L.). У 2018 році висаджено 33 рослини цих видів. Вегетаційний сезон 2018 року успішно завершили всі види, але прижились на новому місці 90,9 % рослин (30 із 33 екземплярів). Загинули 2 рослини *Syringa sweginzowii* Koehne & Lindl. і 1 рослина *Euonymus europaeus* L.

Дослідження впродовж 2019–2021 років виявили, що всі чагарникові рослини знаходяться в гарному стані, проходять стадії квітнення та плодоношення (за виключенням *Juniperus sabina* L., який вегетує). Висаджені види чагарників є гарно квітучими ранньовесняними та декоративними рослинами, покращили естетичне сприйняття території непрацюючої частини Жовтокам'янського кар'єру і разом з чагарниковими видами природної флори стали середовищем проживання, харчування та розмноження різноманітних груп тваринного світу: паукоподібних, комах, плазунів, птахів і ссавців. Плоди та насіння чагарників надалі поширюватимуться на нові території як кар'єру, так і прилеглі до нього, збільшуючи їхнє біорізноманіття. Створені чагарникові угруповання сприятимуть збільшенню генофонду дикої флори, пришвидшуватимуть

\*Corresponding author. E-mail addresses: [yevtushenko69@ukr.net](mailto:yevtushenko69@ukr.net)

процеси самовідновлення деревно-чагарникової і трав'янистої рослинності до зонального типу.

**Ключові слова:** біорізноманіття, чагарники, Жовтокам'янський кар'єр

**Вступ.** Видобуток корисних копалин у кар'єрах і його завершення призводить до утворення територій із неконтрольованим розвитком спонтанної флори, збідненим видовим складом рослин [2]. Дослідженням ключових питань збереження біорізноманіття, що виникають під час видобутку корисних копалин, займалися Л. Сонтер, С. Алі і Дж. Ватсон [8]. Про можливість використання покинутих кар'єрів для покращення біорізноманіття як притулків для багатьох рослинних і тваринних угруповань, включаючи ряд рідкісних та/або зникаючих видів високої цінності для збереження, свідчать дослідження Ф. Бетард [5]. Важливість екологічного відновлення занедбаних кар'єрів зафіксована в публікаціях закордонних авторів Ж. Квін, К. Чен, Х. Джі, Ш. Мінг and К. Ду [13]. Стратегії та практичні заходи у збільшенні біорізноманіття та екосистемних послуг під час відновлення кар'єрів визначені П. Сальгуюеро, К. Прач, К. Бренк'юнхо, А. Міра [7].

В Україні показники фіторізноманіття встановлені для Рибальського кар'єру [3].

Територія Жовтокам'янського кар'єру та прилеглих ділянок зазнає значного антропогенного впливу й техногенного навантаження внаслідок видобутку корисних копалин, що призводить до зміни, трансформації всіх компонентів оточуючого середовища та зменшення біорізноманіття [12].

Зазначимо, що пріоритетним у збереженні існуючого рівня та збільшенні біорізноманіття може бути створення чагарникових угруповань, які в природних умовах приурочені до схилів балок і ярів [4], а в антропогенних слугують резерватом для збереження генофонду дикої флори України.

Виконуючи снігозбиральну роль чагарникові угруповання формують зони збільшеного зволоження та покращують умови росту й розвитку трав'янистих рослинних угруповань. Плоди чагарників є ресурсом живлення для тварин. Загальновідомо, що плодами глodu українського (*Crataegus ucrainica* Pojark.), бузини чорної (*Sambucus nigra* L.), обліпихи крушиновидної (*Hippophae rhamnoides* L.), пишпини (*Rosa canina* L.) живляться: дрізд чикотень (*Turdus pilaris*

Л.), дрізд чорний (*Turdus merula* L.), вільшанка (*Erithacus rubecula* L.), омелюх звичайний (*Bombycilla garrulus* L.), шпак звичайний (*Stumus vulgaris* L.), фазан звичайний (*Phasianus colchicus* L.), сойка (*Pica pica* L.), ворона сіра (*Corvus cornix* L.), ворон (*Corvus corax* L.), мишак європейський (*Sylviaetus sylvaticus* L.) тощо.

Також відомо, що рослинні угруповання мають значення для підтримки функціонального різноманіття комах у покинутих кар'єрах [6].

Для Жовтокам'янського кар'єру встановлено наявність 14 видів деревно-чагарникової флори і лише 3 види з них — скумпія звичайна (*Cotinus coggygria*), шипшина (*Rosa canina*), жостір проносний *Rhamnus cathartica* є чагарниками [10].

Тому нові чагарникові види, їхні біогрупи сформують осередки життя для нових видів тварин, підвищать біорізноманіття Жовтокам'янського кар'єру, а самі тварини стануть агентами поширення плодів та насіння чагарникових і трав'янистих видів на прилеглі території.

**Мета** — встановити можливості створення чагарникових угруповань як осередків відновлення біорізноманіття та їх ецезис в умовах непрацюючої частини Жовтокам'янського кар'єру.

**Матеріали та методи досліджень.** Жовтокам'янський кар'єр розташований в Апостолівському районі Дніпропетровської області за 18–21 км на північний схід від районного центру і вузлової залізничної станції Апостолове Придніпровської залізниці на схилі південно-східної частини Придніпровської височини. Довжина кар'єру — 1100 м, глибина на даний час складає від 0 до 40 м. Ширина робочих майданчиків 30–35 м. Площа кар'єру, що розташований майже посередині родовища, складає біля 103 га.

У геологічній будові Жовтокам'янського родовища вапняків і глин беруть участь сучасні (голоценові), плейстоценові та неогенові відклади, а також продукти кори вивітрювання докембрійських кристалічних порід.

Рельєф прорізаний річковими долинами і численною балочною мережею, що прилягає до русел річок. Поверхня горбиста й відтворює риси кристалічного фундаменту. Абсолютні відмітки денної поверхні району родовища змінюються від 101,8 м на вододілі до 36 м в долині ріки.

Найближчою до родовища є р. Жовтенька. Річка Жовтенька — лівий приток р. Кам'янка, бере початок за 20 км на північ від родовища. Загальна довжина її до впадіння в р. Кам'янку близько 35 км. Ширина

її долини не перевищує 0,5 км. Рівень води в річці цілком пов'язаний із кількістю атмосферних опадів і поверхневого стоку. Вона не має постійного водотоку, у літній період пересихає. Долина ріки вузька із симетричними пологими схилами, перерізними дрібними ярами, більш розвиненими на лівому схилі. Численні балки та яри мають водотоки тільки в періоди сніготанення і сильних дощів.

Клімат району помірно-континентальний, характерний для степової зони півдня України — зі спекотним літом і досить теплою малосніжною зимою.

Температура повітря: мінімальна  $-34^{\circ}\text{C}$  (січень-лютий), максимальна  $+40^{\circ}\text{C}$  (липень), середньорічна  $+8,5^{\circ}\text{C}$ . Максимальна глибина промерзання ґрунту — 1 м. Середня висота снігового покриву не перевищує 9 см. Взимку часті відлиги. Середньорічна кількість атмосферних опадів — 493 мм. Добові опади злив — 59 мм. Вітри в зимовий період переважно північно-східні та північно-західні, влітку — різних напрямків. Середня швидкість вітру 2,5–4,9 м/сек. Ґрунти — чорноземи південні [12].

Польові дослідження здійснювали у відпрацьованій частині Жовтокам'янського кар'єру під час виконання конкурсного проєкту The Quarry Life Award 2018 та впродовж 2017–2022 років, у різні сезони року [11].

Екологічні умови ділянок для висадження чагарників встановлювали за показником адаптації рослин до умов зволоження, наявністю у складі рослинних угруповань мезо- та гігрофітів.

Вивчення рослинності здійснювали методами геоботанічних досліджень (маршрутний (рекогносцирувальний і детально-маршрутний) і стаціонарний)).

Пробні площі для геоботанічного опису розташовували в однорідних (гомогенних) ділянках рослинності, відмічених під час рекогносцирувального дослідження: відмінні окомірно варіанти сухих і вологих рослинних угруповань, рудеральні угруповання та інші. Використовували для описів пробні площі квадратної форми, для деревної рослинності —  $25 \times 25$  м, для трав'янистої —  $10 \times 10$  м. У межах пробних площ визначався видовий склад рослин і їх якісний стан.

Дослідження флори здійснювали на площадках, розміщених на 1, 2 бермах, днищі відпрацьованої частини кар'єра.

Відбір видів чагарників для висадження здійснювався за критеріями посухостійкості, морозостійкості, життєздатності, періодів цвітіння та дозрівання плодів, трофності, можливості використання

представниками фауни.

Ефективність ецезису здійснювали за життєвим станом висаджених чагарників, проходженням ними всіх фаз розвитку.

**Результати та обговорення.** Для створення угруповань чагарників досліджували екологічні умови території неробочої частини Жовтокам'янського кар'єру, яка складається з таких геоморфологічних елементів: днище кар'єру, берми, укоси, технологічний розріз виробничих гірських порід.

Днище кар'єру характеризується максимально сприятливими умовами для росту і розвитку рослинності. Характерний для регіону дефіцит вологи в межах цієї ділянки відсутній. Причина — негативна форма рельєфу, яка акумулює атмосферні води. Крім того, сприятливо на рослини впливають ґрунтові води, які залягають відносно близько до поверхні днища кар'єру. Деревна та чагарникова рослинність займає більше 80 % території.

Перша берма складена скельними породами вапняку. У деяких місцях зустрічаються вибухові свердловини. Атмосферні опади випаровуються, волога не утримується в межах першої берми. Рослинний покрив у цій частині кар'єру фрагментарний, приурочений до ділянок із достатнім зволоженням, які формуються в пониженнях, або біля бортів кар'єру.

Друга берма сформована пухкими осадовими породами, що сприяє утриманню атмосферної вологи і відповідно росту й розвитку рослинного покриву, який займає до 75 % площі цієї берми.

Третя берма мінімальна за площею. Екологічні умови цієї території аналогічні попередній.

Різноманітність екологічних умов сформована тривалістю освітлення, наявністю ділянок із достатнім зволоженням, яка визначена існуванням тимчасових водойм різної глибини та розміру в межах відпрацьованої частини кар'єру, гігро- та мезофітної рослинності. Наявність достатнього зволоження стала головним критерієм визначення місця висадження чагарникових рослин. Встановили, що найкращі умови для чагарників на першій і другій бермах кар'єру. Усього обрано для висадження чагарників 5 ділянок.

Ділянка №1 розташована на 1 бермі, під бортом берми 2 в найбільш зволоженому місці в заглибині якого в березні 2018 р. була тимчасова водойма. Шар осадових порід потужністю 15 см. Свіжий тип зволоження. Оточуюча рослинність — маслинка вузьколиста і шипшина.

Ділянка №2 розташована на 2 бермі, під бортом берми 3 і під



наметом робіниї псевдоакації 10–15 річного віку в затінених умовах. Шар осадових порід потужністю 20 см. Сухуватий тип зволоження. Оточуюча рослинність — робінія псевдоакація і шипшина (Рис. 1, 2).

Ділянка № 3 розташована на 1 бермі на відстані 200 м від ділянки № 1 в напрямку перемички, під бортом берми 2, в найбільш зволоженому місці в заглибині якого в березні було надмірне зволоження. Шар осадових порід потужністю 15 см. Свіжуватий тип зволоження. Оточуюча рослинність — маслинка вузьколиста, ясен зелений і шипшина.

Ділянка № 4 розташована на 1 бермі на відстані 100 м від ділянки № 3 в напрямку перемички, під бортом берми 2, в найбільш зволоженому місці в заглибині якого в березні була тимчасова водойма. Шар осадових порід потужністю 10 см. Свіжий тип зволоження. Оточуюча рослинність — маслинка вузьколиста, ясен зелений і шипшина.

Ділянка № 5 розташована на перемичці, що розділяє працюючу і непрацюючу частини кар'єра, в найбільш зволоженому локалітеті (потускулі) геоморфогенного походження з шаром водотривких суглинків. Шар осадових порід потужністю 30 см. Свіжуватий тип зволоження. Оточуюча рослинність — робінія псевдоакація і шипшина.

На всіх ділянках у складі трав'янистої рослинності присутні гігрозоміфіти та мезофіти — очерет південний, куничник наземний.



Рисунок 1. Розташування ділянок у відпрацьованій частині кар'єра

Figure 1. Location of sites in the mined-out part of the quarry

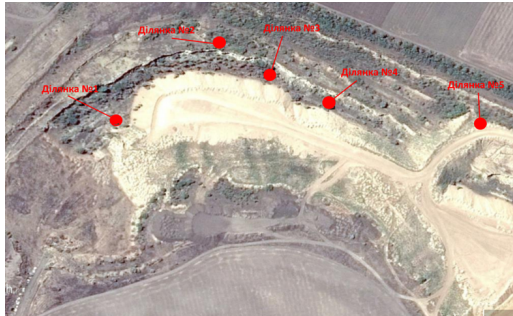


Рисунок 2. Диференціювання екологічних умов розташування ділянок

Figure 2. Differentiation of environmental conditions of the site location

Відповідно до критеріїв відібрані 8 видів чагарників: Сніжногідник білий (*Symphoricarpos albus* (L.) Blake), Керрія японська (*Kerria japonica* (L.) Dc.), Бирючина звичайна (*Ligustrum vulgare* L.), Бруслина європейська (*Euonymus europaeus* L.), Спірея японська (*Spiraea japonica* L.f.), Жимолость татарська (*Lonicera tatarica* L.), Бузок Звегінцова (*Syringa sweginzowii* Koehne & Lindl.), Ялівець козацький (*Juniperus sabina* L.).

У квітні 2018 р. на 5 ділянках висаджено 33 чагарникові рослини, що належать до 8 видів (Табл. 1). Прямокутні кола рослин рясно політі і замульчовані [9].

Проблема збереження та відновлення біорізноманіття в межах відпрацьованої частини Жовтокам'янського кар'єру вирішувалася у створеному у 2012 р. депозитарії «Рослини Червоної книги». При формуванні депозитарію на другій бермі було висаджено по 20 рослин ковили волосистої (*Stipa capillata* L.), астрагалу шерстистоквіткового (*Astragalus dasyanthus* Pall), карагани скіфської (*Caragana scythica* (Kom.) Pojark.). В кінці вегетаційного сезону приживання рослин становило: *Stipa capillata* L. — 85 %, *Astragalus dasyanthus* Pall — 75 %, *Caragana scythica* (Kom.) Pojark. — 35 %. [11].

Дослідження приживання чагарникових видів у травні 2018 р. виявило, що на ділянках 3, 4, 5 усі чагарники мають добрий стан, активно вегетують. На ділянці 2 не прижилася 1 рослина *Euonymus europaeus* L. і 1 — *Syringa sweginzowii* Koehne & Lindl., на ділянці 1 —

Таблиця 1. Видовий склад та кількість висаджених рослин  
Table 1. Species composition and number of plants planted

№	Види	Ділянки (кількість особин виду)					Всього рослин
		1	2	3	4	5	
1	<i>Juniperus sabina</i> L.	1	–	1	1	–	3
2	<i>Kerria japonica</i> (L.) Dc.	1	–	–	2	–	3
3	<i>Euonymus europaeus</i> L.	1	1	–	–	2	4
4	<i>Lonicera tatarica</i> L.	1	1	1	1	1	5
5	<i>Syringa sweginzowii</i> Koehne & Lindl.	1	1	1	1	1	5
6	<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) Blake	–	2	1	2	–	5
7	<i>Spiraea japonica</i> L.f	–	2	–	–	1	3
8	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	–	2	2	1	–	5
Всього рослин		5	9	6	8	5	33

1 рослина *Syringa sweginzowii* Koehne & Lindl. Висаджені чагарникові рослини функціонують відповідно своїй фенологічній фазі розвитку. Прижились на новому місці 90,9% рослин (30 з 33 екземплярів). Найактивніше розвивається *Kerria japonica* (L.) Dc.

Отже, у рік висадження найбільша кількість загиблих рослин належала до виду *Syringa sweginzowii* Koehne & Lindl. — 2 екз. Повністю пройшли життєвий цикл такі види як: *Kerria japonica* (L.) Dc. — квітнучі рослини зафіксовані на ділянці 3 і 4, *Euonymus europaeus* L., квітнення і плодоношення рослини зафіксовано на ділянці 5, але є і загибла рослина на ділянці 2.

У березні 2020 р. вегетуючий стан зафіксовано для видів: Ялівець козацький (*Juniperus sabina* L.) з родини Кипарисові (*Cupressaceae*), Сніжноягідник білий (*Symphoricarpos albus* (L.) Blake) з родини Жимолостеві (*Caprifoliaceae*), Спірея японська (*Spiraea japonica* L.), Керрія японська (*Kerria japonica* (L.) Dc.) з родини Розові (*Rosaceae*), Жимолость татарська (*Lonicera tatarica* L.) — родина Жимолостеві (*Caprifoliaceae*), Бруслина європейська (*Euonymus europaeus* L.) — родина Бруслинові (*Celastraceae*), Бузок Звегінцова (*Syringa sweginzowii* Koehne & L.).

У червні 2020 р. на ділянці 3 (перша берма) у доброму стані виявлені всі рослини висаджені у 2018 р. (*Juniperus sabina* — 1 особина, *Symphoricarpos albus* — 1, *Ligustrum vulgare* — 2, *Lonicera tatarica* — 1, *Syringa sweginzowii* — 1.

У листопаді 2020 р. на ділянці № 4 (1 берма. (47°047'34"/33°049'31")) у вегетуючому стані рослини зафіксовано *Juniperus sabina* L., на ділянці № 3 (1 берма (47°047'28"/33°049'34")) вегетували *Juniperus sabina* L., *Ligustrum vulgare* L., *Lonicera tatarica* L., на ділянці № 2 (47°047'23"/33°049'35") у фазі вегетації виявлено *Ligustrum vulgare*, *Spiraea japonica* L., *Kerria japonica* (L.) Dc., на ділянці № 5 (Перемичка) (47°047'34"/33°049'32") у фазі закінчення вегетації зафіксовано *Ligustrum vulgare*, *Kerria japonica* (L.) Dc.

Знаходження рослин одного й того ж виду в різних фазах розвитку (цвітіння, плодоношення) зумовлено диференціацією екологічних умов структурних елементів (берм, днища) кар'єру.

У березні та червні 2021 року виявлено продовження вегетації чагарників. У червні зафіксовано квітнення *Spiraea japonica* L.

У вересні 2021 року у фазі плодоношення виявлені *Euonymus europaeus* L. та *Symphoricarpos albus* (L.) Blake, у фазі завершення плодоношення — *Spiraea japonica* L. У листопаді 2021 року *Juniperus sabina* L. та інші чагарникові рослини перебувають у гарному, вегетуючому стані.

Під час польових досліджень у липні 2021 року чагарникові рослини перебували у гарному життєвому стані та у різних фазах вегетації (Рис. 3 – 6).

Отже, види чагарників, висаджені у 2018 році, станом на 2022 рік продовжували вегетацію в умовах непрацюючої частини Жовтокам'янського кар'єру.

Безпосередньо на дослідних ділянках і поблизу них у 2018 році зафіксовано 22 види рослин *Astragalus dasyanthus* Pall., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Caragana scythica* L., *Cirsium ucrainicum* Besser ex DC., *Convolvulus arvensis* L., *Cotinus coggygria* Scop., *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin., *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal., *Lathyrus tuberosus* L., *Matricaria perforata* Merat., *Populus canescens*, *Populus italica* Moench, *Populus nigra* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Rosa canina* L., *Salix fragilis* L., *Salix ledebouriana* Trautv., *Stipa capillata* L., *Ulmus minor* Mill., *Prunus mahaleb* L., *Populus deltoides* Marsh.

Станом на 2021 рік у межах непрацюючої частини кар'єру було виявлено 73 види тварин (2 земноводних, 4 плазунів, 63 птахів, 4 ссавців).



Рисунок 3. **Ялівець козацький**  
Figure 3. *Juniperus sabina* L.



Рисунок 4. **Бруслина європейська**  
Figure 4. *Euonymus europaeus* L.



Рисунок 5. Сніжноягідник білий  
Figure 5. *Symphoricarpos albus* (L.) Blake



Рисунок 6. Спірея японська  
Figure 6. *Spiraea japonica* L.f

Встановлено, що кількість осілих і кочових видів птахів приблизно рівна кількості мігруючих видів. За харчовою нішею птахів можна розподілити на 4 основні категорії: комахоїдні (26 видів), рослинні (19 видів), плотоїдні (хижі та рибоїдні, 11 видів), всеїдні (7 видів) [1].

Висаджені види чагарників є гарно квітучими ранньовесняними та декоративними рослинами. Вони покращили естетичне сприйняття території непрацюючої частини Жовтокам'янського кар'єру й разом із чагарниковими видами природної флори стали середовищем проживання, харчування та розмноження різноманітних груп тваринного світу: паукоподібних, комах, плазунів, птахів і ссавців. Плоди та насіння ендемічного й епізоохорно надалі поширюватимуться на нові території як кар'єру, так і прилеглі до нього, збільшуючи їхню біорізноманітність.

Отже, для відновлення біорізноманіття, фітомеліорації інших кар'єрів із подібними екологічними умовами, шляхом створення чагарникових угруповань, можна рекомендувати всі види, за виключенням Бузка Звєгинцева (*Syringa sweginzowii* Koehne & Lindl.). А такий вид, як Керрія японська (*Kerria japonica* (L.) Dc.), є оптимальним для висадження на несформованих ґрунтоподібних субстратах із різкими перепадами показників зволоження, оскільки є гідроконтрастофілом.

На підставі оцінки потенційних екологічних зв'язків та аналізу фауни прилеглих територій прогнозується поява в межах відпрацьованої частини кар'єру нових видів тварин.

**Висновки.** Створені стійкі чагарникові насадження з нових для території кар'єру видів чагарників на 5, вільних від рослинності, ділянках підвищили рівень біорізноманіття неробочої частини Жовтокам'янського кар'єру. Висаджені 8 нових видів чагарникових рослин, станом на 2022 рік продовжують вегетацію та надалі матимуть середовищеперетворювальний вплив, сприятимуть поселенню нових видів трав'янистих рослин і збільшать фіторізноманіття території кар'єру та прилеглих до нього територій. Створення чагарникових угруповань підвищуватиме реальне та прогнозоване біорізноманіття територій, змінених діяльністю людини, а саме непрацюючої частини Жовтокам'янського кар'єру внаслідок формування стійких фабричних, хоричних, харчових зв'язків між видами чагарників і представниками фауни. Чагарникові угруповання формуватимуть резервати генофонду дикої флори, пришвидшуватимуть процеси самовідновлення деревно-чагарникової і трав'янистої рослинності до зонального типу.

## Reference

1. Broshko Ye.O., Yevtushenko E.O. (2021). Fauna nazemnykh khrebetnykh Zhovtokamianskoho kariery [Terrestrial vertebrate fauna of the Zhovtokamianskyi quarry]. *Ekolohichnyi visnyk Kryvorizhzhia* [Ecological Bulletin of Kryvyi Rih District], 6, 51–71. (in Ukrainian) <https://journal.kdpu.edu.ua/ecolog/article/view/4561>
2. Burda R. I. (1991). Antropohenna transformatsiia flory [Anthropogenic transformation of flora]. Kyiv: Nauk. dumka, 168. (in Ukrainian)
3. Chegorka, P. T., Manyuk, V. V., & Kolesnyk, V. M. (2020). Bioriznomanittya Rybal's'kogo karyery i shlyakhy yogo zbagachennya [Biodiversity of Rybalsky quarry and the ways of its enrichment]. *Monitoryng ta okhrona bioriznomanittya v Ukraini. Prykladni aspekty monitoryngu ta ohorony bioriznomanittya* [Monitoring and protection of biodiversity in Ukraine. Applied aspects of monitoring and protection of biodiversity], 3, 473–489. (in Ukrainian)
4. Chernikova O. A. (2009). Ekolo-ho-biolo-hichni pokaznyky stiikosti roslын rodu Spirea L. v tekhnohennykh umovakh Stepovoho Prydniprovia (v mezhakh m. Dnipropetrovsk) [Ecological and biological indicators of resistance of plants of the genus Spirea L. in the anthropogenic conditions of the Steppe Dnipro (within the city of Dnipro)]: avtoref dys. ... kand. biolo-hichnykh nauk : 03.00.16. Dnipropetrovsk, 21. (in Ukrainian)
5. François Betard Patch-Scale Relationships Between Geodiversity and Biodiversity in Hard Rock Quarries: Case Study from a Disused Quartzite Quarry in NW France Sorbonne Université June 2013 *Geoheritage* 5 (2): 59–71 DOI:10.1007/s12371-013-0078-4
6. Kalarus, K., Halecki, W., & Skalski, T. (2019). Both semi-natural and ruderal habitats matter for supporting insect functional diversity in an abandoned quarry in the city of Kraków (S Poland). *Urban Ecosystems*, 22 (5), 943–953. <https://doi.org/10.1007/s11252-019-00869-3>
7. Salgueiro, P. A., Prach, K., Branquinho, C., & Mira, A. (2020). Enhancing biodiversity and ecosystem services in quarry restoration-challenges, strategies, and practice. *Restoration Ecology*, 28 (3), 655–660. <https://doi.org/10.1111/rec.13160>
8. Sonter, L. J., Ali, S. H., & Watson, James E. M. (2018). Mining and biodiversity: key issues and research needs in conservation science.



- Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 285 (1892), 20181926. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.1926>
9. Stvorennia chaharnykovykh uhrupovan yak novoho mistisia isnuvannia dlia bioty kariery (Creation of Shrub Groups as a New Habitat for Quarry's Biota). <https://www.quarrylifeaward.it/node/56901>
10. Yarovyi S.O., Bren O.H. & Vovk O.A. (2012). Fitoriznomanittia Zhovtokamianskoho kariery [Phytodiversity of the Zhovtokamianskyi quarry]. *Biologichnyi visnyk MDPU im B. Khmelnytskoho* [*Biological Bulletin of B. Khmelnytsky State Pedagogical University*], 2 (2), 125–138. (in Ukrainian)
11. Yevtushenko, E. O., & Savosko, V. M. (2020). Mizhnarodni ekolohichni proekty kafedry botaniky ta ekolohii Kryvorizkoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu [International ecological projects in departments of botany and ecology at Kryvyi Rih State Pedagogical university]. *Ekolohichnyi visnyk Kryvorizhzhia* [*Ecological Bulletin of Kryvyi Rih District*], 5, 60–77. <https://doi.org/10.31812/eco-bulletin-krd.v5i0.4354> (in Ukrainian)
12. Zhovtokamianskyi vapniakovyi kariery <https://krcement.com/zhovtokamyanka.html>
13. Ziliu Qin, Qitong Chen, Xiang Ji, Shuang Ming and Qin Du,\*Biodiversity protection and ecological restoration of Guilin Karst quarry Web of Conferences 194, 04025 (2020) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202019404025> ICAEER 2020

# CREATION OF SHRUB COMMUNITIES AS CELLS OF PROCEEDING OF BIODIVERSITY IN THE ZHOVTOKAMIANKA QUARRY

E. O. Yevtushenko<sup>1</sup>, I. O. Komarova<sup>1</sup>, Y. V. Pozdny<sup>1</sup>, Y. O. Broshko<sup>1</sup>,  
I. M. Fedianina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> — *Kyryvi Rih State Pedagogical University, Kyryvi Rih, Ukraine*

**Abstract.** The completion of mining in open-pit mines raises the issue of their further use. It is important to ecologically restore such areas, create habitats for plant and animal communities, and restore biodiversity. The non-operational part of the Zhovtokamianska quarry has a depleted species composition of shrubs. New species of shrubs and shrub communities will create additional habitats for plant and animal species and help restore the quarry's biodiversity. Within the non-operational part of the Zhovtokamianska open pit, we have identified five areas with environmental habitats that meet the biological properties of shrub species. Based on the criteria of drought resistance, frost resistance, viability, flowering and fruit ripening periods, trophicity, and the possibility of use by fauna, 8 shrub species were selected for planting within these areas.

According to the criteria, the following species were selected for planting: White snowberry (*Symphoricarpos albus* (L.) Blake), Japanese kerria (*Kerria japonica* (L.) Dc.), Common privet (*Ligustrum vulgare* L.), European euonymus (*Euonymus europaeus* L.), Japanese spiraea (*Spiraea japonica* L.f.), Tatar honeysuckle (*Lonicera tatarica* L.), Zvehinzov lilac (*Syringa sweginzowii* Koehne & Lindl.), Cossack juniper (*Juniperus sabina* L.). In 2018, 33 plants of these species were planted. All species successfully completed the growing season of 2018, but 90.9% of plants (30 out of 33 specimens) took root in the new location. 2 plants of *Syringa sweginzowii* Koehne & Lindl. and 1 plant of *Euonymus europaeus* L. died.

Surveys in 2019-2021 revealed that all shrubs are in good condition, passing through the stages of flowering and fruiting (with the exception of *Juniperus sabina* L., which is vegetating). The planted shrub species are beautifully flowering early spring and ornamental plants, have improved the aesthetic perception of the territory of the idle part of the Zhovtokamianskyi open pit and, together with shrub species of natural flora, have become a habitat for habitat, feeding and reproduction of various groups of wildlife — arachnids, insects, reptiles, birds and mammals. The fruits and seeds of the shrubs will continue to spread to new areas, both within the open pit and adjacent to it, increasing their biodiversity. The created shrub communities will help increase the gene pool of wild flora, accelerate the processes of self-renewal of tree, shrub and herbaceous vegetation to the zonal type.

**Keywords:** biodiversity, shrubs, Zhovtokamyansky quarry

## ЛІКАРСЬКІ РОСЛИНИ ФЛОРИ МІСТА КРИВИЙ РІГ

І. О. Комарова<sup>1\*</sup>, Я. В. Маленко<sup>1</sup>, В. О. Котовська<sup>1</sup>

<sup>1</sup> — Криворізький державний педагогічний університет,  
м. Кривий Ріг, Україна

**Анотація.** Дослідження таксономічного складу аборигенної флори м. Кривий Ріг дозволили зареєструвати 740 видів покритонасінних рослин, що є представниками 335 родів 79 родин. Значно переважають у кількісному відношенні види класу Дводольних – *Magnoliopsida*, які налічують 594 види 273 родів 60 родин. Однодольні – *Liliopsida* представлені 146 видами 62 родів 19 родин.

Вивчення таксономічного складу аборигенної флори м. Кривий Ріг дозволили визначити 234 видів лікарських рослин 146 родів 55 родин. Під час аналізу таксономічного складу лікарських рослин аборигенної флори встановили найбільшу кількість видів і родів, які містять наступні 30 родин: *Lamiaceae* – 26 / 16; *Asteraceae* – 26 / 14; *Caryophyllaceae* – 16 / 10; *Scrophulariaceae* – 15 / 5; *Rosaceae* – 14 / 11; *Ranunculaceae* – 14 / 8; *Polygonaceae* – 4 / 4; *Fabaceae* – 8 / 7; *Chenopodiaceae* – 7 / 6; *Plantaginaceae* – 7 / 1; *Brassicaceae* – 6 / 6; *Apiaceae* – 6 / 5; *Rubiaceae* – 5 / 1; *Poaceae* – 4 / 3; *Dipsacaceae* – 4 / 3; *Boraginaceae* – 3 / 3; *Crassulaceae* – 3 / 3; *Valerianaceae* – 3 / 2; *Lemnaceae* – 3 / 2; *Campanulaceae* – 3 / 1; *Ulmaceae* – 3 / 1; *Gentianaceae* – 3 / 1; *Salicaceae* – 2 / 1; *Limoniaceae* – 2 / 1; *Primulaceae* – 2 / 1; *Urticaceae* – 2 / 1; *Convolvulaceae* – 2 / 1; *Cuscutaceae* – 2 / 1; *Clusiaceae* – 2 / 1; *Convallariaceae* – 2 / 1. Варто зауважити, що 25 родин містять у складі лише 1 вид 1 роду.

**Ключові слова:** флора, лікарські рослини, урбанofлора, таксон.

**Вступ.** Процеси трансформації, які властиві сучасному навколишньому середовищу, відбуваються під впливом ряду факторів, а саме: військові дії, що тривають на території України вже десятий рік; зміни клімату; ущільнення мережі шляхів сполучення. Не виключенням є і розвиток синантропної рослинності, що представлена сукупністю складних комплексів, створення яких зумовлено тривалістю їх існування, напрямом розвитку та природними особливостями регіону [2, 3, 5]. Дикорослі лікарські рослини як складові угруповань антропогенно трансформованих екотопів розвиваються за умов бурхливих процесів синантропізації [1]. Дослідженню складу таксонів лікарських рослин, які належать до числа аборигенних видів регіональної урбанofлори,

і надалі складанню ресурсних прогнозів лікарської сировини з урахуванням специфіки синантропізації приділено недостатньо уваги.

Лікарські рослини являють собою суттєву частку загальних біологічних ресурсів України. Застосування лікарських рослин народними способами не може замінити хімічних та інших лікувальних препаратів і звичайного медичного лікування. Однак, лікарські рослини та їхні суміші є природними медикаментами, що володіють властивістю потужного природного багатостороннього впливу на організм людини. Широке використання їх як доповнення інших лікувальних препаратів збільшує цінність лікарських засобів і розширює можливості впливу на організм хворого. Практична медицина отримує ряд простих, але досить ефективних і доступних терапевтичних засобів.

Незважаючи на велику потребу в запасах лікарських рослин (до 40 % усіх препаратів, що застосовують у медицині, становлять засоби рослинного походження), площі, зайняті під їхнє вирощування, складають менше 10 % території України. Саме тому майже 85 % лікарської рослинної сировини збирається в природних місцезростаннях рослин, адже попит фармацевтичної промисловості залишається великим. Проведення досліджень у зазначеному напрямку сприяють встановленню об'єктивної картини наявності природних фітосировинних запасів і розробленню заходів з оптимізації їхнього використання чи охорони в майбутньому.

**Мета роботи** — виявлення особливостей таксономічного складу лікарських рослин аборигенної складової регіональної флори м. Кривий Ріг.

**Матеріали та методи.** Дослідження проведено із застосуванням системного й елементно-структурного підходів із використанням таких загальноприйнятих загальнонаукових методів емпіричного і теоретичного рівнів дослідження, як: спостереження, опис, порівняння, аналіз, синтез, індукція та дедукція, узагальнення, класифікація.

Вивчення таксономічного складу лікарських рослин урбанofлори Кривого Рогу проводилося із залученням таких видань: Анотований список урбанofлори Кривого Рогу [4], Конспект флори Дніпропетровської та Запорізької областей В. В. Тарасов [6], конспект флори техногенних екотопів Криворіжжя Я. В. Маленко [5]. Належність видів лікарських рослин до аборигенної, за походженням, складової регіональної урбанofлори визначалася відповідно до типології В. В. Кучеревського, Г. Н. Шоль [4].

**Результати та обговорення.** Дослідження таксономічного складу аборигенної флори м. Кривий Ріг дозволили зареєструвати

740 видів покритонасінних рослин, що є представниками 335 родів 79 родин. Значно переважають у кількісному відношенні види класу Дводольних — *Magnoliopsida*, які налічують 594 види 273 родів 60 родин. Однодольні — *Liliopsida* представлені 146 видами 62 родів 19 родин.

Під час вивчення рослин аборигенної складової регіональної урбанofлори встановлено, що найбільшу кількість видів і родів містить 26 родин (перша цифра — кількість видів, у дужках відсоток від загальної кількості видів, друга — кількість родів): *Asteraceae* (Айстрові) — 102 (13,81), 42 (12,56); *Poaceae* (Злакові) — 65 (8,78), 30 (8,95); *Fabaceae* (Бобові) — 49 (6,62), 15 (4,47); *Caryophyllaceae* (Гвоздичні) — 47 (6,35), 23 (6,86); *Rosaceae* (Розоцвіті) — 45 (6,08), 19 (5,67); *Lamiaceae* (Губоцвіті) — 44 (5,94), 20 (5,97); *Scrophulariaceae* (Ранникові) — 34 (4,59), 9 (2,68); *Brassicaceae* (Капустяні) — 25 (3,37), 20 (5,97); *Apiaceae* (Зонтичні) — 24 (3,24), 16 (4,77); *Cyperaceae* (Осокові) — 20 (2,70), 6 (1,79); *Ranunculaceae* (Жовтецеві) — 19 (2,56), 12 (3,58); *Polygonaceae* (Гречані) — 18 (2,43), 5 (1,49); *Boraginaceae* (Шорстколисті) — 16 (2,16), 12 (3,58); *Rubiaceae* (Маренові) — 14 (1,89), 2 (0,59); *Chenopodiaceae* (Лободові) — 13 (1,75), 9 (2,68); *Liliaceae* (Лілійні) — 11 (1,48), 3 (0,89); *Alliaceae* (Цибулеві) — 10 (1,35), 1 (0,29); *Salicaceae* (Вербові) — 9 (1,21), 3 (0,89); *Violaceae* (Фіалкові) — 9 (1,21), 1 (0,29); *Euphorbiaceae* (Молочаєві) — 7 (0,94), 2 (0,59); *Geraniaceae* (Геранієві) — 7 (0,94), 2 (0,59); *Plantaginaceae* (Подорожникові) — 7 (0,94), 1 (0,29); *Hyacinthaceae* (Проліскові) — 6 (0,81), 6 (1,79); *Campanulaceae* (Дзвоникові) — 6 (0,81), 2 (0,59); *Limoniaceae* (Кермекові) — 6 (0,81), 2 (0,59); *Linaceae* (Льонові) — 6 (0,81), 1 (0,29).

До найменших за кількістю видів та родів входять 32 родини, такі як: *Dipsacaceae* (Черсакові) — 5 (0,67), 4 (1,19); *Primulaceae* (Первоцвітові) — 5 (0,67), 3 (0,89); *Onagraceae* (Онагрові) — 5 (0,67), 2 (0,59); *Valerianaceae* (Валеріанові) — 5 (0,67), 2 (0,59); *Potamogetonaceae* (Рдесникові) — 5 (0,67), 1 (0,29); *Juncaceae* (Ситникові) — 5 (0,67), 1 (0,29); *Crassulaceae* (Товстолистові) — 4 (0,54), 3 (0,89); *Iridaceae* (Півникові) — 4 (0,54), 2 (0,59); *Lemnaceae* (Ряскові) — 4 (0,54), 2 (0,59); *Ulmaceae* (В'язові) — 4 (0,54), 1 (0,29); *Malvaceae* (Мальвові) — 3 (0,40), 2 (0,59); *Urticaceae* (Кропивові) — 3 (0,40), 2 (0,59); *Convolvulaceae* (Берізкові) — 3 (0,40), 2 (0,59); *Orobanchaceae* (Вовчкові) — 3 (0,40), 2 (0,59); *Lythraceae* (Плакунові) — 3 (0,40), 1 (0,29); *Aceraceae* (Кленові) — 3 (0,40), 1 (0,29); *Gentianaceae* (Тирличеві) — 3 (0,40), 1 (0,29); *Cuscutaceae* (Повитицеві) — 3 (0,40), 1 (0,29); *Asparagaceae* (Холодкові) — 3 (0,40), 1 (0,29); *Typhaceae* (Рогозові) — 3 (0,40), 1

(0,29); *Berberidaceae* (Барбарисові) — 2 (0,27), 2 (0,59); *Papaveraceae* (Макові) — 2 (0,27), 2 (0,59); *Oleaceae* (Маслинові) — 2 (0,27), 2 (0,59); *Ceratophyllaceae* (Куширові) — 2 (0,27), 1 (0,29); *Clusiaceae* (Клузієві) — 2 (0,27), 1 (0,29); *Haloragaceae* (Сланоягодникові) — 2 (0,27), 1 (0,29); *Celastraceae* (Бруслинові) — 2 (0,27), 1 (0,29); *Santalaceae* (Санталові) — 2 (0,27), 1 (0,29); *Viburnaceae* (Калинові) — 2 (0,27), 1 (0,29); *Asclepiadaceae* (Ластівневі) — 2 (0,27), 1 (0,29); *Alismataceae* (Частухові) — 2 (0,27), 1 (0,29); *Convallariaceae* (Конвалієві) — 2 (0,27), 1 (0,29) (таблиця 1).

Варто відзначити, що 21 родина містить у складі лише 1 вид 1 роду (відповідно кожна 0,13 %, 0,29 %): *Aristolochiaceae* (Хвилівникові), *Fumariaceae* (Руткові), *Fagaceae* (Букові), *Resedaceae* (Резедові), *Tiliaceae* (Липові), *Cannabaceae* (Коноплеві), *Rutaceae* (Рутові), *Polygalaceae* (Китяткові), *Rhamnaceae* (Жостерові), *Cornaceae* (Деренові), *Sambucaceae* (Бузинові), *Adoxaceae* (Адоксові), *Aprocynaceae* (Барвінкові), *Solanaceae* (Пасльонові), *Hippuridaceae* (Водянососонкові), *Butomaceae* (Сусакові), *Juncaginaceae* (Тризубцеві), *Zannichelliaceae* (Цанікелієві), *Najadaceae* (Наядові), *Melanthiaceae* (Мелантієві), *Sparganiaceae* (Їжачоголівкові).

Таблиця 1. Аналіз таксономічного складу аборигенної флори м. Кривий Ріг

Table 1. Analysis of the taxonomic composition of the native flora of Kryvyi Rih city

№	Родина	Кількість видів	%	Кількість родів	%
1	2	3	4	5	6
1	<i>Asteraceae Dumort.</i>	102	13,81	42	12,56
2	<i>Poaceae Barnhart.</i>	65	8,78	30	8,95
3	<i>Fabaceae Lindl.</i>	49	6,62	15	4,47
4	<i>Caryophyllaceae Juss.</i>	47	6,35	23	6,86
5	<i>Rosaceae Juss.</i>	45	6,08	19	5,67
6	<i>Lamiaceae Lindl.</i>	44	5,94	20	5,97
7	<i>Scrophulariaceae Juss.</i>	34	4,59	9	2,68
8	<i>Brassicaceae Burnett.</i>	25	3,37	20	5,97
9	<i>Apiaceae Lindl.</i>	24	3,24	16	4,77
10	<i>Cyperaceae Juss.</i>	20	2,70	6	1,79

1	2	3	4	5	6
11	<i>Ranunculaceae Juss.</i>	19	2,56	12	3,58
12	<i>Polygonaceae Juss.</i>	18	2,43	5	1,49
13	<i>Boraginaceae Juss.</i>	16	2,16	12	3,58
14	<i>Rubiaceae Juss.</i>	14	1,89	2	0,59
15	<i>Chenopodiaceae Vent.</i>	13	1,75	9	2,68
16	<i>Liliaceae Juss.</i>	11	1,48	3	0,89
17	<i>Alliaceae J. Agardh.</i>	10	1,35	1	0,29
18	<i>Salicaceae Mirbel.</i>	9	1,21	3	0,89
19	<i>Violaceae Batsch.</i>	9	1,21	1	0,29
20	<i>Euphorbiaceae Juss.</i>	7	0,94	2	0,59
21	<i>Geraniaceae Juss.</i>	7	0,94	2	0,59
22	<i>Plantaginaceae Juss.</i>	7	0,94	1	0,29
23	<i>Hyacinthaceae Batsch.</i>	6	0,81	6	1,79
24	<i>Campanulaceae Juss.</i>	6	0,81	2	0,59
25	<i>Limoniaceae Ser.</i>	6	0,81	2	0,59
26	<i>Linaceae DC. Ex S. F. G.</i>	6	0,81	1	0,29
27	<i>Dipsacaceae Juss.</i>	5	0,67	4	1,19
28	<i>Primulaceae Vent.</i>	5	0,67	3	0,89
29	<i>Onagraceae Juss.</i>	5	0,67	2	0,59
30	<i>Valerianaceae Batsch.</i>	5	0,67	2	0,59
31	<i>Potamogetonaceae Dum.</i>	5	0,67	1	0,29
32	<i>Juncaceae Juss.</i>	5	0,67	1	0,29
33	<i>Crassulaceae DC.</i>	4	0,54	3	0,89
34	<i>Iridaceae Juss.</i>	4	0,54	2	0,59
35	<i>Lemnaceae S. F. Gray.</i>	4	0,54	2	0,59
36	<i>Ulmaceae Mirbel.</i>	4	0,54	1	0,29
37	<i>Malvaceae Juss.</i>	3	0,40	2	0,59
38	<i>Urticaceae Juss.</i>	3	0,40	2	0,59
39	<i>Convolvulaceae Juss.</i>	3	0,40	2	0,59
40	<i>Orobanchaceae Vent.</i>	3	0,40	2	0,59
41	<i>Lythraceae J. St.-Hil.</i>	3	0,40	1	0,29
42	<i>Aceraceae Juss.</i>	3	0,40	1	0,29

1	2	3	4	5	6
43	<i>Gentianaceae Juss.</i>	3	0,40	1	0,29
44	<i>Cuscutaceae Dumort.</i>	3	0,40	1	0,29
45	<i>Asparagaceae Juss.</i>	3	0,40	1	0,29
46	<i>Typhaceae Juss.</i>	3	0,40	1	0,29
47	<i>Berberidaceae Juss.</i>	2	0,27	2	0,59
48	<i>Papaveraceae Juss.</i>	2	0,27	2	0,59
49	<i>Oleaceae Hoffsgg. et L.</i>	2	0,27	2	0,59
50	<i>Ceratophyllaceae S. F. G.</i>	2	0,27	1	0,29
51	<i>Clusiaceae Lindl.</i>	2	0,27	1	0,29
52	<i>Haloragaceae R. Br.</i>	2	0,27	1	0,29
53	<i>Celastraceae R. Br.</i>	2	0,27	1	0,29
54	<i>Santalaceae R. Br.</i>	2	0,27	1	0,29
55	<i>Viburnaceae Raf.</i>	2	0,27	1	0,29
56	<i>Asclepiadaceae R. Br.</i>	2	0,27	1	0,29
57	<i>Alismataceae Vent.</i>	2	0,27	1	0,29
58	<i>Convallariaceae Horan.</i>	2	0,27	1	0,29
59	<i>Aristolochiaceae Juss.</i>	1	0,13	1	0,29
60	<i>Fumariaceae DC.</i>	1	0,13	1	0,29
61	<i>Fagaceae Dumort.</i>	1	0,13	1	0,29
62	<i>Resedaceae S. F. Gray.</i>	1	0,13	1	0,29
63	<i>Tiliaceae Juss.</i>	1	0,13	1	0,29
64	<i>Cannabaceae Endl.</i>	1	0,13	1	0,29
65	<i>Rutaceae Juss.</i>	1	0,13	1	0,29
66	<i>Polygalaceae R. Br.</i>	1	0,13	1	0,29
67	<i>Rhamnaceae Juss.</i>	1	0,13	1	0,29
68	<i>Cornaceae Dumort.</i>	1	0,13	1	0,29
69	<i>Sambucaceae Link.</i>	1	0,13	1	0,29
70	<i>Adoxaceae Trautv.</i>	1	0,13	1	0,29
71	<i>Apocynaceae Juss.</i>	1	0,13	1	0,29
72	<i>Solanaceae Juss.</i>	1	0,13	1	0,29
73	<i>Hippuridaceae Link.</i>	1	0,13	1	0,29



1	2	3	4	5	6
74	<i>Butomaceae</i> Rich.	1	0,13	1	0,29
75	<i>Juncaginaceae</i> Rich.	1	0,13	1	0,29
76	<i>Zannichelliaceae</i> <i>Dumort</i>	1	0,13	1	0,29
77	<i>Najadaceae</i> Juss.	1	0,13	1	0,29
78	<i>Melanthiaceae</i> Batsch.	1	0,13	1	0,29
79	<i>Sparganiaceae</i> <i>Rudolphi.</i>	1	0,13	1	0,29
Разом		740	100,00	335	100,00

Аналіз таксономічного складу лікарських рослин аборигенної флори

Вивчення таксономічного складу аборигенної флори м. Кривий Ріг, дозволили визначити 234 видів лікарських рослин 146 родів 55 родин.

Під час аналізу таксономічного складу лікарських рослин аборигенної флори встановили найбільшу кількість видів та родів, які містять наступні 30 родин (перша цифра — кількість видів, в дужках відсоток від загальної кількості видів, друга — кількість родів): *Lamiaceae* — 26 (11,11), 16 (10,95); *Asteraceae* — 26 (11,11), 14 (9,58); *Caryophyllaceae* — 16 (6,83), 10 (6,84); *Scrophulariaceae* — 15 (6,41), 5 (3,42); *Rosaceae* — 14 (5,98), 11 (7,53); *Ranunculaceae* — 14 (5,98), 8 (5,47); *Polygonaceae* — 14 (5,98), 4 (2,73); *Fabaceae* — 8 (3,41), 7 (4,79); *Chenopodiaceae* — 7 (2,99), 6 (4,10); *Plantaginaceae* — 7 (2,99), 1 (0,68); *Brassicaceae* — 6 (2,56), 6 (4,10); *Apiaceae* — 6 (2,56), 5 (3,42); *Rubiaceae* — 5 (2,13), 1 (0,68); *Poaceae* — 4 (1,70), 3 (2,05); *Dipsacaceae* — 4 (1,70), 3 (2,05); *Boraginaceae* — 3 (1,28), 3 (2,05); *Crassulaceae* — 3 (1,28), 3 (2,05); *Valerianaceae* — 3 (1,28), 2 (1,36); *Lemnaceae* — 3 (1,28), 2 (1,36); *Campanulaceae* — 3 (1,28), 1 (0,68); *Ulmaceae* — 3 (1,28), 1 (0,68); *Gentianaceae* — 3 (1,28), 1 (0,68); *Salicaceae* — 2 (0,85), 1 (0,68); *Limoniaceae* — 2 (0,85), 1 (0,68); *Primulaceae* — 2 (0,85), 1 (0,68); *Urticaceae* — 2 (0,85), 1 (0,68); *Convolvulaceae* — 2 (0,85), 1 (0,68); *Cuscutaceae* — 2 (0,85), 1 (0,68); *Clusiaceae* — 2 (0,85), 1 (0,68); *Convallariaceae* — 2 (0,85), 1 (0,68) (таблиця 2).

Зазначимо, що 25 родин містять у складі лише 1 вид 1 роду (відповідно кожна 0,42 %, 0,68 %): *Alliaceae*, *Violaceae*, *Euphorbiaceae*, *Geraniaceae*, *Potamogetonaceae*, *Iridaceae*, *Malvaceae*, *Orobanchaceae*, *Asparagaceae*, *Typhaceae*, *Berberidaceae*, *Papaveraceae*, *Ceratophyllaceae*, *Celastraceae*, *Viburnaceae*, *Asclepiadaceae*, *Aristolochiaceae*, *Fagaceae*, *Tiliaceae*, *Cannabaceae*, *Rhamnaceae*, *Sambucaceae*, *Adoxaceae*, *Apocynaceae*, *Solanaceae*.

Таблиця 2. Аналіз таксономічного складу лікарських рослин  
аборигенної флори м. Кривий Ріг

Table 2. Analysis of the taxonomic composition of medicinal  
plants of the native flora of Kryvyi Rih city

№	Родина	Кількість видів	%	Кількість родів	%
1	2	3	4	5	6
1	<i>Lamiaceae Lindl.</i>	26	11,11	16	10,95
2	<i>Asteraceae Dumort</i>	26	11,11	14	9,58
3	<i>Caryophyllaceae Juss.</i>	16	6,83	10	6,84
4	<i>Scrophulariaceae Juss.</i>	15	6,41	5	3,42
5	<i>Rosaceae Juss.</i>	14	5,98	11	7,53
6	<i>Ranunculaceae Juss.</i>	14	5,98	8	5,47
7	<i>Polygonaceae Juss.</i>	14	5,98	4	2,73
8	<i>Fabaceae Lindl.</i>	8	3,41	7	4,79
9	<i>Chenopodiaceae Vent.</i>	7	2,99	6	4,10
10	<i>Plantaginaceae Juss.</i>	7	2,99	1	0,68
11	<i>Brassicaceae Burnett.</i>	6	2,56	6	4,10
12	<i>Apiaceae Lindl.</i>	6	2,56	5	3,42
13	<i>Rubiaceae Juss.</i>	5	2,13	1	0,68
14	<i>Poaceae Barnhart.</i>	4	1,70	3	2,05
15	<i>Dipsacaceae Juss.</i>	4	1,70	3	2,05
16	<i>Boraginaceae Juss.</i>	3	1,28	3	2,05
17	<i>Crassulaceae DC.</i>	3	1,28	3	2,05
18	<i>Valerianaceae Batsch.</i>	3	1,28	2	1,36
19	<i>Lemnaceae S. F. Gray.</i>	3	1,28	2	1,36
20	<i>Campanulaceae Juss.</i>	3	1,28	1	0,68
21	<i>Ulmaceae Mirbel.</i>	3	1,28	1	0,68
22	<i>Gentianaceae Juss.</i>	3	1,28	1	0,68
23	<i>Salicaceae Mirbel.</i>	2	0,85	1	0,68
24	<i>Limoniaceae Ser.</i>	2	0,85	1	0,68
25	<i>Primulaceae Vent.</i>	2	0,85	1	0,68
26	<i>Urticaceae Juss.</i>	2	0,85	1	0,68

1	2	3	4	5	6
27	<i>Convovulaceae Juss.</i>	2	0,85	1	0,68
28	<i>Cuscutaceae Dumort.</i>	2	0,85	1	0,68
29	<i>Clusiaceae Lindl.</i>	2	0,85	1	0,68
30	<i>Convallariaceae Horan.</i>	2	0,85	1	0,68
31	<i>Alliaceae J. Agardh.</i>	1	0,42	1	0,68
32	<i>Violaceae Batsch.</i>	1	0,42	1	0,68
33	<i>Euphorbiaceae Juss.</i>	1	0,42	1	0,68
34	<i>Geraniaceae Juss.</i>	1	0,42	1	0,68
35	<i>Potamogetonaceae Dum.</i>	1	0,42	1	0,68
36	<i>Iridaceae Juss.</i>	1	0,42	1	0,68
37	<i>Malvaceae Juss.</i>	1	0,42	1	0,68
38	<i>Orobanchaceae Vent.</i>	1	0,42	1	0,68
39	<i>Asparagaceae Juss.</i>	1	0,42	1	0,68
40	<i>Typhaceae Juss.</i>	1	0,42	1	0,68
41	<i>Berberidaceae Juss.</i>	1	0,42	1	0,68
42	<i>Papaveraceae Juss.</i>	1	0,42	1	0,68
43	<i>Ceratophyllaceae S. F. G.</i>	1	0,42	1	0,68
44	<i>Celastraceae R. Br.</i>	1	0,42	1	0,68
45	<i>Viburnaceae Raf.</i>	1	0,42	1	0,68
46	<i>Asclepiadaceae R. Br.</i>	1	0,42	1	0,68
47	<i>Aristolochiaceae Juss.</i>	1	0,42	1	0,68
48	<i>Fagaceae Dumort.</i>	1	0,42	1	0,68
49	<i>Tiliaceae Juss.</i>	1	0,42	1	0,68
50	<i>Cannabaceae Endl.</i>	1	0,42	1	0,68
51	<i>Rhamnaceae Juss.</i>	1	0,42	1	0,68
52	<i>Sambucaceae Link.</i>	1	0,42	1	0,68
53	<i>Adoxaceae Trautv.</i>	1	0,42	1	0,68
54	<i>Apocynaceae Juss.</i>	1	0,42	1	0,68
55	<i>Solanaceae Juss.</i>	1	0,42	1	0,68
РАЗОМ		234	100,00	146	100,00

**Висновки.** Дослідження таксономічного складу аборигенної складової флори м. Кривий Ріг, дозволили зареєструвати 740 видів покритонасінних рослин, що є представниками 335 родів 79 родин. Значно переважають у кількісному відношенні види класу Дводольних — *Magnoliopsida*, які налічують 594 види 273 родів 60 родин. Однодольні — *Liliopsida* наведені 146 види 62 родів 19 родин. Вивчення особливостей представників аборигенної фракції флори м. Кривий Ріг, дозволили виявити 234 види рослин 146 родів 55 родин, які мають лікарські властивості.

Аналіз таксономічного складу лікарських рослин аборигенної фракції урбанofлори вказує, що найбільш ємними за кількістю видів і родів є наступні 7 родин (перша цифра — кількість видів, в дужках відсоток від загальної кількості видів, друга — кількість родів): *Lamiaceae* — 26 (11,11), 16 (10,95); *Asteraceae* — 26 (11,11), 14 (9,58); *Caryophyllaceae* — 16 (6,83), 10 (6,84); *Scrophulariaceae* — 15 (6,41), 5 (3,42); *Rosaceae* — 14 (5,98), 11 (7,53); *Ranunculaceae* — 14 (5,98), 8 (5,47); *Polygonaceae* — 14 (5,98), 4 (2,73).

## Reference

1. Dobrovolskyi I. A. (1968) Vplyv promysloвого zabrudnennia seredovyscha na tsvitinnia i plodonoshennia roslin [Impact of industrial pollution on flowering and fruiting of plants]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal* [Ukrainian botanical journal]. 31 (1). 34–35. (in Ukrainian).
2. Kazakov, V. L., Paranko, I. S., Smetana, M. H., Shypunova, V. O., Kotsiuruba, V. V., & Kalinichenko, O. O. (2005). *Pryrodnycha heohrafiia Kryvbasu*. [Natural geography of Kryvbas]. Kryvyi Rih: KDPU (in Ukrainian).
3. Komarova I. O. (2019) Ekolohe-biolohehni osoblyvosti *Taraxacum officinale* Wigg za dii zabrudnennia vazhkymy metalamy v umovakh promysloвого Kryvorizhzhia [Ecological and biological features of *Taraxacum officinale* Wigg under the influence of heavy metal pollution in industrial Kryvyi Rih]: dys. ... kand. biolohehnykh nauk : 03.00.16. Dniprovskyi natsionalnyi universytet im. Olesia Honchara MON Ukrainy. 194. (in Ukrainian).
4. Kucherevskyi V. V. (2009) Anatovanyi spysok urbanoflory Kryvogo Rogy [An annotated list of urban flora of Kryvyi Rih]. Kryvyi Rih: Vydavnychiy dim, 71. (in Ukrainian).

5. Malenko Ya. V. (2001) Osoblyvosti taksonomichnoho ta ekolohichnoho skladu roslinnykh uhrupovan vidvaliv pivdenno-zakhidnoi zony Kryvbasu [Peculiarities of taxonomic and ecological composition of plant communities of dumps in the southwestern zone of Kryvbas]: dys. ... kand. biolohichnykh nauk : 03.00.16. Dnipropetrovsk, 357. (in Ukrainian).
6. Tarasov V. V. (2005) Flora Dnipropetrovskoi ta Zaporizkoi oblastei. Sudynni roslyny. Biolohe-ekolohichna kharakterystyka vydiv [Flora of Dnipropetrovska and Zaporizka regions. Vascular plants. Biological and ecological characteristics of species] : Monohrafiia. Dnipropetrovsk: Vyd-vo DNU. 276.

## MEDICINAL PLANTS OF THE FLORA OF KRYVYI RIH CITY

I. O. Komarova<sup>1</sup>, Y. V. Malenko<sup>1</sup>, V. O. Kotovska<sup>1</sup>

<sup>1</sup> — *Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih, Ukraine*

**Abstract.** The study of the taxonomic composition of the native flora of Kryvyi Rih allowed to register 740 species of angiosperms, representing 335 genera of 79 families. The species of the class Magnoliopsida significantly prevail in terms of numbers, which include 594 species of 273 genera of 60 families. Monocots - Liliopsida include 146 species of 62 genera of 19 families.

The study of the taxonomic composition of the native flora of Kryvyi Rih allowed us to identify 234 species of medicinal plants of 146 genera of 55 families. During the analysis of the taxonomic composition of medicinal plants of the native flora, the largest number of species and genera was found, which include the following 30 families Lamiaceae — 26 / 16; Asteraceae — 26 / 14; Caryophyllaceae — 16 / 10; Scrophulariaceae — 15 / 5; Rosaceae — 14 / 11; Ranunculaceae — 14 / 8; Polygonaceae — 14 / 4; Fabaceae — 8 / 7; Chenopodiaceae — 7 / 6; Plantaginaceae — 7 / 1; Brassicaceae — 6 / 6; Apiaceae — 6 / 5; Rubiaceae — 5 / 1; Poaceae — 4 / 3; Dipsacaceae — 4 / 3; Boraginaceae — 3 / 3; Crassulaceae — 3 / 3; Valerianaceae — 3 / 2; Lemnaceae — 3 / 2; Campanulaceae — 3 / 1; Ulmaceae — 3 / 1; Gentianaceae — 3 / 1; Salicaceae — 2 / 1; Limoniaceae — 2 / 1; Primulaceae — 2 / 1; Urticaceae — 2 / 1; Convolvulaceae — 2 / 1; Cuscutaceae — 2 / 1; Clusiaceae — 2 / 1; Convallariaceae — 2 / 1. 25 families contain only 1 species of 1 genus.

**Keywords:** flora, medicinal plants, urbanflora, taxon.

# СИНТЕЗ І ХАРАКТЕРИСТИКИ БІОДЕГРАДАБЕЛЬНИХ ПЛІВОК НА ОСНОВІ АГАР-АГАРУ

Т. В. Селіванова<sup>1\*</sup>, В. Г. Столяренко<sup>1</sup>, А. О. Ючинська<sup>2</sup>,  
О. М. Білецька<sup>3</sup>

<sup>1</sup> — *Криворізький державний педагогічний університет,  
м. Кривий Ріг, Україна*

<sup>2</sup> — *Криворізький центральний міський ліцей, м. Кривий Ріг,  
Україна*

<sup>3</sup> — *Криворізька гімназія № 118, м. Кривий Ріг, Україна*

**Анотація.** Широкий діапазон властивостей поряд з економічною доступністю зробили вироби з полімерних матеріалів невід'ємною частиною всіх сфер нашого життя. Стрімкі темпи зростання виробництва штучних і синтетичних полімерів та нетривалий час «корисного життя» для суттєвої їх частини поставили людство перед серйозною проблемою накопичення пластикових відходів і їх негативного впливу на навколишнє середовище, особливо на живу природу. Одним зі шляхів вирішення цієї проблеми є заміна шкідливих пластиків у виробках масового вжитку (пакетики, плівки для пакування та ін.) на такі, що володіють схожими властивостями, однак є нешкідливими для навколишнього середовища, а саме — здатні розкладатися за значно менший час і не утворювати за таких обставин шкідливих речовин. У статті проведено аналіз нормативних та наукових матеріалів із теми синтезу, властивостей і використання біодеградабельних плівок; наведено результати дослідження процесів плівкоутворення в системі: агар-агар — гліцерил — сік рослин родини Euphorbia; запропоновано методики синтезу трьох видів плівок різного складу. Для всіх отриманих плівок був встановлений набір властивостей: міцність на розрив, відносне подовження, проникність для вологи, розчинність у нейтральних, кислих і лужних розчинах, — та наведена їх порівняльна характеристика. Показана перспективність подальших досліджень плівок такого складу для їх практичного використання.

**Ключові слова:** пластик, біодеградабельні плівки, біопластик, агар-агар, біорозкладні полімери.

**Вступ.** Матеріали на основі штучних і синтетичних полімерів масово увійшли в наше життя відносно недавно — з першої половини минулого століття, однак їх практичне значення, пов'язане з можливістю отримання надзвичайно різноманітних наборів властивостей і характеристик для матеріалів, змінюючи розміри макромолекул та їх хімічний склад, зробили цей напрям виробництва

\*Corresponding author. E-mail addresses: [st\\_viki@ukr.net](mailto:st_viki@ukr.net)

багатотоннажним із тенденцію до стрімкого зростання об'ємів виробництва. Так, на кінець 2018 року загальна кількість світового виробництва пластику сягнула 359 мільйонів тон, у 2021 — 390 мільйонів тон, і за розрахунками вчених з такою швидкістю зростання виробництва ця кількість подвоється вдвічі за наступні 20 років [6].

За оцінками науковців, понад 50 % пластикового сміття потрапляє на звалище, а 19 % відходів спалюється. Лише близько 9 % пластикових відходів переробляється, решта 22 % неправильно використаних пластикових відходів потрапляють у наземне та водне середовище. І навіть ті незначні кількості пластику, які справді збирають для рециклізації, зазнають промислового перероблення та все одно негативно впливають на здоров'я людей і довкілля [8].

Жахаючі кількості пластикового сміття та негативний вплив пластику і продуктів його розкладання на всю живу природу, зокрема і здоров'я людини, обумовлюють наполегливі спроби людства знайти шляхи вирішення цієї проблеми на науковому, політичному та громадському рівнях.

В Україні, яка підтримує прагнення європейських країн до скорочення негативного впливу пластику на навколишнє середовище, прийнятий і функціонує закон №2051-1 «Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України», яким з 1 січня 2022 року в Україні було заборонено розповсюдження оксорозкладних (оксобіорозкладних) пакетів. Із березня 2022 року магазини, супермаркети, аптеки та кафе перестали пропонувати відвідувачам тонкі пакети товщиною стінки до 50 мкм. Як виняток, в обігу залишилися біорозкладні та надтонкі пакети як первинна упаковка для риби, м'яса, сипучих, льоду — до 2023 року, із пошуком більш екологічної альтернативи для них із часом [10].

Враховуючи велику потребу в пакувальних плівках як на побутовому, так і на виробничому рівнях, дослідження, спрямовані на пошуки ефективної заміни поліетиленовим тонким і надтонким плівкам із групи біодеградабельних матеріалів є вельми важливим науковим напрямом сьогодні і вже має певні досягнення. Віднині використовується ряд біорозкладних плівок на основі:

- вихідної невідновлюваної сировини (нафти та газу), наприклад, полібутилен адипат терефталат (PBAT), полібутиленсукцинат (PBS), полікапролактон (PCL), життєвий цикл яких значно коротший за поліетиленові плівки, вони розкладаються приблизно за 6 місяців;

- природної відновлюваної сировини. В основному це крохмаль (TPS), полігідроксикарбонати (PHA) та полілактид (PLA), сировиною для останнього також є крохмаль. Основним джерелом крохмалю є кукурудза, картопля, пшениця та рис, більшість з цих сировинних ресурсів в достатній кількості вирощується в Україні. Термін розкладання їх складає приблизно від 1 до 6 місяців.

Однак, тільки біопластик рослинного походження з крохмалю, пшениці, очерету й інших видів природної сировини, розкладається з утворенням нешкідливих для навколишнього середовища продуктів. Інші біопластики залишаються небезпечними для природи. Наприклад, полілактиду потрібна підвищена температура та вологість для розкладання, оксорозкладні пластики розкладаються тільки на 15 %, але саме його найбільше пропонують у магазинах як біорозкладні пакети [9].

**Мета** роботи — пошук методів отримання плівок із природної відновлюваної сировини, які б розширили асортимент нешкідливого пластику, і дослідження їх властивостей.

**Матеріали та методи.** Проаналізувавши сировинну базу для синтезу біодеградабельних плівок, було обрано як основу відновлювальну рослинну сировину морського походження. Морські водорості є корисним, стійким джерелом біопластику, оскільки організм для росту не потрібна прісна вода, добрива чи орні землі. Крім того, ці організми функціонують як поглинач вуглецю, завдяки чому виробництво біопластику з морських водоростей є вуглецево-нейтральним процесом.

Ряд досліджень продемонстрували використання морських водоростей для виробництва достатньо широкого спектру біополімерів і біопластику [2–5, 9]. Хімічною основою таких біопластиків із водоростей є каррагінан, агар, альгінат, крохмаль, білки водоростей і целюлоза. Ці продукти використовуються у виробництві упаковки, тонких плівок і покриттів, і за механічними характеристиками інколи не поступаються комерційним пакувальним матеріалам, таким як поліпропілен чи полістирол [2]. Однак, на відміну від них пакування з екстрактів морських водоростей швидко розкладається в ґрунті з утворенням корисних, поживних речовин для тварин і рослин.

Основою складу біодеградабельної плівки був обраний агар. Агар-агар — це полісахаридний комплекс, який містить у своєму складі агарозу й агаропектин. Агароза — суміш лінійних полісахаридів



D-галактози й агаробіози (рис. 1). Агаропектин є сумішшю різнорідних менших молекул D-галактози та L-галактози, модифікованих, із кислотними бічними групами, як-от сульфат і піруват [11].

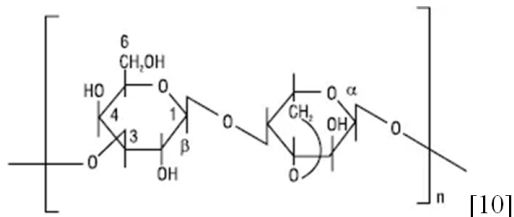


Рисунок 1. Ланка агарози

Figure 1. The repeating unit of an agarose

Для приготування розчинів полімерів було взято харчовий агар-агар. Пластифікаторами виступали: гліцерол  $C_3H_8O_3$  медичний марки «о.с.ч.», сік молочайних кімнатних рослин роду *Euphorbia* (L., 1789), а саме Молочай біложилковий (*Euphorbia leuconeura*) [1] Усі представники цього роду, виробляють білий латекс, який містить низку вторинних метаболітів. В якості розчинника використовували дистильовану воду, в якості закріплювача — розчин оцтової кислоти 9%. Приготування маточних розчинів проводили на пісочній електричній бані. Плівки формували та висушували на керамічних глянцеких плитках.

Далі наведені методики синтезу плівок з таким кількісним співвідношенням складових, що відповідає утворенню плівок з найкращими характеристиками для кожного якісного складу.

*Методика синтезу класичної плівки на агар-агарі та гліцеролі:* 2 гр агар-агару заливали 50 мл теплої води і доводили до кипіння при інтенсивному перемішуванні, продовжували нагрівати до утворення однорідного розчину. Після цього додавали 2 мл гліцеролу  $C_3H_8O_3$  і 2 мл розчину 9% оцтової кислоти. Інтенсивно перемішували реакційну суміш, нагріваючи на пісочній бані впродовж 1 хвилини. Після чого отриману однорідну масу виливали на керамічну пластинку і рівномірно розподіляли на поверхні скляною пластиною формуючи плівку. Залишали висихати за кімнатної температури. Плівка знімалася з поверхні плитки після повного висихання ( $\approx 48$  годин).

*Методика синтезу модифікованої соком молочайних рослин плівки:* гіпотеза полягала у використанні як пластифікатору соку молочайних рослин, який мав надати корисних властивостей класичній плівці.

*Методика синтезу модифікованої плівки агар-агар — гліцерол — сік Euphorbia leuconeura*: 2 г агар-агару заливали 50 мл теплої води та доводили до кипіння за інтенсивного перемішування, продовжували нагрівати до утворення однорідного розчину. Після цього додавали 6 крапель свіжого соку рослини Молочай біложилковий, що відповідає 0,0384 г, 2 мл гліцеролу  $C_3H_8O_3$  і 2 мл розчину 9 % оцтової кислоти. Добре перемішували отриману масу, нагріваючи на пісочній бані впродовж 1 хвилини. Плівка знімалася з поверхні плити після повного висихання ( $\approx 30$  годин).

*Методика синтезу модифікованої плівки агар-агар — сік Euphorbia leuconeura*: 2 г агар-агару заливали 50 мл теплої води та доводили до кипіння за інтенсивного перемішування до досягнення однорідного розчину. Після цього додавали 6 крапель свіжого соку рослини Молочай біложилковий, що відповідає 0,0384 г і 2 мл розчину 9 % оцтової кислоти. Ретельно перемішували суміш, нагріваючи на пісочній бані впродовж 1 хвилини.

Отримані розчини виливали на керамічні пластинки та рівномірно розподіляли поверхню скляною пластиною, формуючи плівки. Залишали висихати за кімнатної температури. Плівка знімалася з поверхні плити після повного висихання ( $\approx 24$  годин).

**Результати.** Отримані за вказаними методиками плівки досліджували на міцність на розрив, відносно подовження, проникність для вологи та розчинність у розведених розчинах кислот і лугів

Для визначення міцності плівок було використано метод розтягування з підвішуванням ваги, причепленої до плівки. Для цього вирізали з висушених плівок квадрати розміром 3 см  $\times$  3 см і затискували з двох боків. За один із затискачів підвішували плівку на лабораторному штативі, до іншого затискача на鉤ках підвішували ваги та фіксували значення, за якого відбувався розрив плівки.

Відносне подовження розраховували за формулою:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0},$$

де  $\varepsilon$  — відносне подовження тіла (%);  $\Delta L$  — абсолютне подовження тіла (м);  $L_0$  — початкова довжина тіла (м) (табл. 1).

Вологопроникність отриманих плівок перевіряли наступним чином: бюкси діаметром 5 см, попередньо висушені до постійної маси, наповнювали 40 мл дистильованої води. Після чого на них закріплювали зразки плівок (попередньо зважені) за допомогою

тонкого шару клею ПВА. Після витримки  $\approx 10$  хв, за кімнатної температури для висихання клею, бюкси зважували знову. Герметично вкриті плівками бюкси з водою зберігали за кімнатної температури впродовж 7 днів. Після чого проводили фінальні зважування. Втрата рідини наведена в таблиці 1.

Таблиця 1. **Характеристики плівок на основі агар-агару**  
Table 1. **Properties of films based on agar**

Характеристики	Площа плівки, см <sup>2</sup>	Міцність на розрив, г	Відносне подовження, %	Проникність для вологи, %
Склад плівки				
Агар-агар — гліцерол	9	150	16	68
Агар-агар — гліцерол-сік <i>Euphorbia leuconeura</i>	9	250	14	61
Агар-агар — сік <i>Euphorbia leuconeura</i>	9	370	6	50

Визначення розчинності отриманих плівок проводили в дистильованій воді різної температури, розчині 1,6% хлоридної кислоти, 0,05 молярному розчині калій гідроксиду.

Наважки плівок вносилися в колби з реагентами і струшувалися на лабораторному шейкері впродовж 40 хв при інтенсивності струшування 450 оборотів. Розчини відфільтрували через фільтри з встановленою масою, фільтри з залишком плівок висушувалися в сушильній шафі при температурі 120–150°C, і, після охолодження до кімнатної температури в ексикаторі, зважували. Отримані результати представлені в таблиці 2.

Таблиця 2. **Розчинність плівок на основі агар-агару**  
Table 2. **Solubility of films based on agar**

Склад плівки	Відносна втрата маси, %			
	Вода T=20°C	Вода T=60°C	HCl 1,6%	0,05M KOH
Агар-агар — гліцерол	6,6	8,7	98,5	84,1
Агар-ага — гліцерол-сік <i>Euphorbia leuconeura</i>	47,6	48,2	80,9	58,9
Агар-агар — сік <i>Euphorbia leuconeura</i>	17,8	18,6	54,1	28,4

**Обговорення.** Властивості плівок на основі агар-агару з пластифікаторами трьох видів: 1) гліцерол, 2) суміш гліцеролу та соку *Euphorbia leuconeura*, 3) сік *Euphorbia leuconeura* мають суттєві відмінності. Так, присутність у складі плівок соку молочайних рослин як пластифікатору вплинуло на час висихання плівок, скоротивши його майже вдвічі: час повного висихання плівок із пластифікатором гліцеролом — 48 годин, із пластифікатором соком *Euphorbia leuconeura* — 24 години.

Плівки з соком молочайних рослин мали більшу міцність і меншу еластичність, порівнюючи з плівками з гліцеролом. Найменшу розчинність у воді показали плівки з гліцеролом у складі, однак зміна рН розчину з нейтрального показника на лужний чи кислий обумовлює майже повне розчинення цього виду плівок. Наявність у складі плівки соку молочаю надає їй збільшення стійкості до кислих і лужних розчинів.

**Висновки.** Розроблена методика синтезу біодеградабельних плівок на основі агар-агару та молочайних рослин. Проведена порівняльна характеристика властивостей модифікованих плівок (пластифікатор — *Euphorbia leuconeura*) із класичними плівками (пластифікатор — гліцерол) за критеріями: міцність, еластичність, водопроникність, розчинність у нейтральних, кислих і лужних розчинах. Отримані результати досліджень показали, що біодеградабельні плівки на основі агар-агару та молочайних рослин мають гарні показники міцності, еластичності, стійкі до помірної вологості, що поряд із природнім складом і достатньо простим методом отримання робить їх перспективним матеріалом для використання в косметології, медицині, як пакувальний матеріал. Цей напрям потребує подальших досліджень.

## Reference

1. Deenen, N., & Gronover, C.S. (2011) A latex lectin from *Euphorbia trigona* is a potent inhibitor of fungal growth. *Biologia Plantarum*, 55 (2), 335–339. doi: 10.1007/s10535-011-0049-z
2. Hernández, V., Ibarra, D., Triana, J.F., Martínez-Soto, B., Faúndez, M., Vasco, D.A., ... Garmulewicz, A. (2022) Agar Biopolymer Films for Biodegradable Packaging: A Reference Dataset for Exploring the Limits of Mechanical Performance. *Materials*, 15, 3954. doi: 10.3390/ma15113954

3. Khairunnisa, S., Junianto, J., Zahidah, Z., & Rostini, I. (2018). The effect of glycerol concentration as a plasticizer on edible films made from alginate towards its physical characteristic. *World Sci. News*, 112, 130–141. Retrieved from <http://www.worldscientificnews.com/wp-content/uploads/2018/09/WSN-112-2018-130-141-2.pdf>
4. Martínez-Sanz, M., Gómez-Mascaraque, L. G., Ballester, Ana R. A., Martínez-Abad, Andre Brodkorb, Amparo López-Rubio. Production of unpurified agar-based extracts from red seaweed *Gelidium sesquipedale* by means of simplified extraction protocols. *Algal Research*, V.38. March 2019, 101420
5. Patel, J., Soni, D., Raol, G., Surati, V., Gopani, Y., & Bhavsar, N. (2019) Agar-Agar bioplastic synthesis and its characterization. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)*, 6(3), 338–344. Retrieved from <https://www.jetir.org/papers/JETIR1903D56.pdf>
6. Thakur, S., Mathur, S., Patel, S., & Paital, B. (2022) Microplastic Accumulation and Degradation in Environment via Biotechnological Approaches. *Water*, 14(24), 4053. doi: 10.3390/w14244053
7. Vieira, M.G.A., Silva, M.A., Santos, L.O., & Bepp, M.M. (2011) Natural-based plasticizers and biopolymer films. *European Polymer Journal*, 47(3), 254-263. doi: 10.1016/j.eurpolymj.2010.12.011
8. Азулей, Д., Вілла, П., Арельяно, І., Гордон, М., Мун, Д., Міллер, К., Томпсон, К., & Кістлер, А. (2019). Пластик і здоров'я: Прихована ціна пластику (звіт). Доступ через [https://zerowaste.org.ua/wp-content/uploads/2021/09/zvit\\_pryhovana-czina-plastyku.pdf](https://zerowaste.org.ua/wp-content/uploads/2021/09/zvit_pryhovana-czina-plastyku.pdf)
9. Бердник, З. (2021.06.14). Українцям назвали 3 види біорозкладних пакетів, які справді дружні до природи. Доступ через <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/ukraincyam-nazvali-3-vidi-biorozkladnih-paketiv-yaki-spravdi-druzhni-do-prirodi/>
10. Верховна Рада України. (2021). Закон №2051-1: Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України (№31, ст.252) Відомості Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1489-20#Text>
11. Ільїна, Т.В., & Рибачук, В.Д. (2000). Агар. В.П. Черних (ред.), *Фармацевтична енциклопедія*. Доступ через <https://www.pharmacencyclopedia.com.ua/article/2624/agar>

## SYNTHESIS AND CHARACTERISTICS OF BIODEGRADABLE FILMS BASED ON AGAR

T. V. Selivanova<sup>1</sup>, V. G. Stoliarenko<sup>1</sup>, A. O. Uchinska<sup>2</sup>, O. M. Biletska<sup>3</sup>

<sup>1</sup> — *Kryvyi Rih State Pedagogical University, м. Kryvyi Rih, Ukraine*

<sup>2</sup> — *Kryvyi Rih Central City Lyceum, Kryvyi Rih, Ukraine*

<sup>3</sup> — *Kryvyi Rih gymnasium № 118, Kryvyi Rih, Ukraine*

**Abstract.** A wide range of properties, along with economic availability, have made products made of polymer materials an integral part of all areas of our life. The rapid growth rate of the production of artificial and synthetic polymers and the short “useful life” time for a significant part of them have put humanity in front of a serious problem of the accumulation of plastic waste and its negative impact on the environment, especially on living nature. Banning the use of thin and ultra-thin films slows down the rate of plastic pollution, but does not solve the problem as a whole. In addition, in some cases there is no acceptable alternative to replace their use. Therefore, one of the ways to solve this problem is to replace harmful plastics in mass-use products (bags, packaging films, etc.) with those that have similar properties, but are harmless to the environment, namely, capable of decomposing in a much shorter time and not to form harmful substances. Today, several types of biodegradable plastics are widely used, but not all of them are completely safe for the environment, so the search for safe plastic has not lost its relevance. The article analyzes normative and scientific materials on the topic of synthesis, properties and use of biodegradable films, gives the results of the study of film formation processes in the system: agar-agar — glycerol — sap of plants of the Euphorbia family, and proposed methods of synthesis of three types of films of different composition. A set of properties was established for all obtained films: tensile strength, relative elongation, permeability to moisture, solubility in neutral, acidic and alkaline solutions, and their comparative characteristics were given. The perspective of further studies of films of this composition for their practical use is shown.

**Keywords:** plastic, biodegradable films, bioplastic, agar-agar, biodegradable polymers

# ТАКСОНОМІЧНИЙ СКЛАД ГОЛАРКТИЧНОЇ ГРУПИ АРЕАЛІВ УГРУПОВАНЬ РОСЛИН ТЕХНОГЕННИХ ЕКОТОПІВ ВІДВАЛІВ КРИВБАСУ

Я. В. Маленко<sup>1\*</sup>, О. О. Кобрюшко<sup>1</sup>, Д. Д. Верба<sup>1</sup>

<sup>1</sup> — *Криворізький державний педагогічний університет,  
м. Кривий Ріг, Україна*

**Анотація.** У статті висвітлено аспекти теорії складу угруповань організмів, що є результатом виразом їх розвитку, наслідком прояву адаптивних можливостей видів як складових множини варіацій формовтілення живої речовини біосфери. Зазначено, що аналіз таксономічного складу та побудова спектрів таксонів рослинних угруповань — необхідний, відправний етап пізнання їхньої структури, систем зв'язків, потенційних можливостей, тенденцій розвитку, оптимізації та збереження. Визначено, що конкретизація специфіки таксономічного складу рослинних угруповань техногенних екотопів відвалів на рівні їхніх ареалогічних складових — логічний інтегральний напрям розвитку теорії еколого-таксономічних спектрів.

Дослідженнями встановлено, що таксономічний склад голарктичної групи ареалів формують 165 видів 130 родів 39 родин. Провідними за кількістю видів і родів родинами загального таксономічного спектру покритонасінних рослин голарктичної групи ареалів є: *Asteraceae*, *Lamiaceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Boraginaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Chenopodiaceae*, *Caryophyllaceae*, — які включають 66,68 % таксономічного спектру видів голарктичної групи ареалів і 70,78 % таксономічного спектру родів. Таксономічний спектр видів голарктичної групи ареалів характеризується домінуванням за кількістю видів і родів небагатьох родин і достатньо високою долею родин представлених одним видом чи одним родом. Провідні родини зберігають позиції лідерів за кількістю родів, але виразна перевага окремих родів за кількістю видів не спостерігається. Найбільш ємними за кількістю видів родами покритонасінних рослин голарктичної групи ареалів є *Artemisia* L., *Centaurea* L., *Euphorbia* L., *Acer* L., *Ulmus* L. Найвищі показники участі представників голарктичної групи ареалів у спектрах таксонів (видів, родів, родин) угруповань ділянок терас і платоподібних вершин, а найнижчі — схилів техногенних урочищ. Вагомою є доля в таксономічних спектрах євразійських, голарктичних, європейських, палеарктичних рослин, які мають розширені спектри таксономічного об'єму тощо.

Визначено перспективність подальших досліджень особливостей голарктичної складової серійних рослинних угруповань відвалів із деталізацією специфіки таксономічного фонду за окремими урочищами та їхніми зонами, з конкретизацією на рівні ареалогічних груп, екоморфічної ємності, флорогенетичних зв'язків таксонів, специфіки поширення та розповсюдження, господарської оцінки видів і розробки зонально доцільних шляхів оптимізації рослинності техногенних екотопів порушених земель.

**Ключові слова:** рослинні угруповання, відвали, техногенні екотопи, склад, група ареалів, ареалогічна група, таксон, спектри.

**Вступ.** Склад угруповань організмів — результуючий вираз їх розвитку, наслідок прояву адаптивних можливостей видів як складових множини варіацій формовтілення живої речовини біосфери. Склад, поряд із будовою, взаємозв'язками і взаємовідносинами організмів, їхніми динамікою та змінами у просторі й часі, є одним з аспектів структури угруповань як феномена існування живих істот. Теорія складу була й залишається полем широкого осмислення його суті на основі визначень різнорівневих і рівнозначущіх понять, що об'єктивно чи суб'єктивно характеризують елементи та компоненти складу за їхнім таксономічним, ценотичним, широко екологічним і генетичним змістом. Як об'єкт теоретичного дослідження він може аналізуватися з різних позицій універсальної, загальнонаукової та дисциплінарної екологічної методології, відповідно до певних рівнів формалізації, системного, елементно-структурного підходів, таксономічних та екоморфічних узагальнень [1–5].

Склад — це системно сформована сукупність видів різних царств живої природи, якій властиві різні форми організованості, ієрархічності та адаптивності реакцій, притаманні нероз'ємна єдність у самій собі та з усією множиною структур і факторів неживої природи (біокосного, біогенного, косного характеру) в певному, більш-менш однорідному, відчленованому від інших просторі (об'ємі) біосфери, з тим або іншим рівнем циклічного функціонування. Він є фіксованим і динамічним виразом дискретності біогеоценозу в системах його елементно-компонентної диференційованості з урахуванням просторових форм і мас-енергетичних одиниць. Його системними ознаками можна вважати: 1) відчленованість (ізоляція) від інших; 2) дискретність; 3) організованість; 4) ємність; 5) множинність із похідними поняттями «елемент», «компонент», «підсистема» [5]. Функціями складу угруповань є: 1) специфічне середовищевтворення; 2) формування сіткової системи зв'язків взаємообумовленого існування (трофічних, топічних, біохімічних, інформаційних тощо); 3) створення різнорівневої системи зв'язків у накопиченні та міграції складових елементів; 4) забезпечення біогенної міграції хімічних елементів внаслідок хімічних взаємодій, посмертного розкладання, мінералізації решток і залучення елементів у тіла живих організмів різних царств живої природи; 5) формування біогеохімічних циклів;



6) диференціювання біологічних видів за екологічними нішами; 7) утворення адаптивних морфо-, ценотипів та екоелементів; 8) перерозподіл простору біогеоценозу; 9) забезпечення акумуляції та трансформації сонячної енергії на різних трофічних рівнях і створення трофофункціональної системи з ланцюгами та сітями; 10) побудова біохімічного середовища на основі речовин, виділюваних у процесі життя та посмертного розкладання організмів і їхніх решток; 11) забезпечення ценохорії, руху, «розтікання» організмів за межі біогеоценозу; 12) багатоспрямовані впливи на сусідні угруповання та формування сітрової структури взаємообумовленого існування [1, 3, 5].

Склад характеризує унікальність та індивідуальність будь-якого угруповання, його індивідуальну, групову, розмірнісну, таксономічну, екологічну, генетичну, еволюційну різноманітність. Він є досить рухомим та аморфним утворенням, невизначеним у своїх елементах і компонентах, що модифікуються на фоні змін ендо- й екзогенних факторів абіотичної та біоосної природи, включаючи проникнення, вселення, утримання чи втрату екологічних позицій певними видами. Динаміка складу біогеоценозів обумовлюється онтогенетичними й екологічними змінами елементів, що його складають: появою на світ, ростом і розвитком, зростанням, збільшенням маси, відмиранням, змінами життєдіяльності (ана-, гіпо, мезобіоз), поповненням зовні, міграцією, елімінацією. Склад угруповання – це результируючий наслідок біотичного й ектопічного добору, що забезпечує збереження толерантних форм і усунення тих, які не відповідають умовам середовища. Формування складу є неперервним процесом [5].

Дослідження специфіки складу відповідно до традиційних класичних поглядів насамперед передбачає встановлення таксономічної дискретності угруповань. Таксономічне вивчення складу угруповань організмів є багатоспрямованим і включає інвентаризацію та облік, результати яких дозволяють характеризувати складність окремих царств живої природи, таксонів, їх збалансованість, зв'язки та можливості розвитку на основі уявлень про функціональну роль тих або інших таксономічних груп у природно чи антропо формованих угрупованнях [6]. Класичний підхід, викладений у працях багатьох вчених (В. Д. Олександрової, В. В. Альохіна, М. Бігона, Б. О. Бикова, Г. Вальтера, В. І. Василевича, П. Грейг-Сміта, Р. Дажо, О. О. Корчагіна, Є. М. Лавренка, Ж. Леме, В. Б. Мак Дугола, М. В. Маркова, Ю. Одума, Т. О. Роботнова, Л. Г. Раменського, Р. Ріклефса, В. Н. Сукачова, Р. Віттекера, А. П. Шеннікова, І. Шмітхюзена, П. Д. Ярошенка та ін.), ґрунтується на вивченні складу угруповань як сукупості певних

таксонів, як досить відмежованих одна від одної споріднених груп організмів, підпорядкованість і виокремлення яких фіксують ряди таксономічних категорій систематики [7, 8]. Основною таксономічною категорією є вид, що, за визначенням В. С. Крисаченка, акумулює унікальність (різноманіття) органічного світу і його якісність шляхом встановлення певних напрямів розвитку, завдяки чому еволюційний процес зберігає ознаки неперервності, незворотності, спадкоємності й мінливості [9].

Таксономічний аналіз складу та побудова спектрів таксонів природних, антропо порушених чи сформованих рослинних угруповань – необхідна умова та відправний етап пізнання їхньої структури, систем зв'язків, визначення тенденцій розвитку, з'ясування потенційних можливостей видів та умов середовища, розробки заходів стабілізації, охорони, оптимізації, збереження. Правомірним і доцільним, на наш погляд, є проведення досліджень із конкретизацією специфіки таксономічного складу угруповань на рівні їхніх ареалогічних складових, що сприяє баченню систем рослинних організмів не лише як таксономічних сукупностей, але й як множини різних типологічних систем та їхньої інтеграції, що забезпечують саморух, саморозвиток, уможливають самоорганізаційні процеси в угрупованнях за змінних і плинних умов середовища [10]. Такий підхід є органічним і логічним розвитком теорії еколого-таксономічних спектрів [2, 6] і має незаперечну значущість із погляду загальної і часткової таксономії, факторіальної екології, хорології, еволюційного вчення та його окремих розділів [10, 11].

Історія вивчення рослинності Криворіжжя, як зазначає Г. Н. Шоль, має складну періодизацію й окреслюється чотирма основними етапами [12]. Починаючи з 80-х років XVIII століття і донині, науковцями здійснено дослідження різних аспектів організованості й організації, динаміки та розвитку рослинності Кривого Рогу, що відображено в працях багатьох природознавців (Й. А. Гюльденштедт, П. С. Палас, В. Ф. Зуєв, С. Г. Гмелін, К. Ф. Ледебур, М. П. Барбот-де-Марні, Е. Е. Ліндеманн, М. К. Срединський, І. Ф. Шмальгаузен, Л. П. Семечкін, І. Я. Акінфієв, Й. К. Пачоський, В. М. Сидоров, О. А. Гросгейм, І. З. Рябко, М. І. Котов, О. А. Єліашевич, А. Л. Бельгард, В. В. Тарасов, І. А. Добровольський, Д. І. Трайтак, В. І. Шанда, Н. В. Гайова, І. А. Комісар, Є. Д. Ющук, М. А. Таран, В. З. Задорожній, В. Т. Сидоренко, В. Ф. Терещенко, В. Є. Чайка, Т. Т. Чуприна, Т. В. Плугіна, В. В. Кучеревський, А. Є. Мазур, В. Д. Федоровський, С. В. Рева, М. Г. Сметана, Я. В. Маленко, Н. В. Ворошилова,

Г. Н. Шоль, В. М. Гришко, А. Н. Доценко, Т. А. Провоженко, С. В. Ярков, Е. О. Євтушенко, В. В. Перерва, О. М. Сметана, Л. П. Лисогор, О. О. Красова, І. О. Комарова, Т. Ф. Чипиляк, Л. І. Бойко, О. В. Данильчук, М. О. Баранець, Ю. М. Петрушкевич, Е. Р. Федорчак та інші) [5, 12]. Водночас дослідження складу певних груп ареалів серійних рослинних угруповань техногенно трансформованих екосистем Кривбасу майже відсутні. Це обумовлює актуальність їх проведення в межах комплексного аналізу з метою отримання географічної характеристики екології видів, з'ясування особливостей еколого-таксономічних спектрів представників різних ареалогічних груп, визначення певних аспектів специфіки сучасного розвитку рослинності техногенних екотопів [10, 13].

**Мета** дослідження полягала в конкретизації фонду (складу) таксонів голарктичної складової серійних рослинних угруповань техногенних екотопів відвальних урочищ району дослідження, продовженні аналітичного вивчення участі та значущості видів цієї групи ареалів у формуванні та розвитку рослинності порушених земель Криворізького промислового регіону.

**Матеріали та методи досліджень.** Об'єкт дослідження — голарктична складова серійних рослинних угруповань відвалів. Польові маршрутні та напівстаціонарні дослідження, проведені в межах відвалів південно-західної зони Кривбасу протягом 1996–2021 років. У 2022, 2023 роках здійснено камеральну обробку результатів. Геоботанічний опис і таксономічний аналіз реалізовано відповідно до загальноприйнятих методик із залученням класичних фундаментальних видань і конспектів флори вітчизняних науковців [2, 16–18]. Географічна структура аналізувалася шляхом визначення приналежності ареалів видів до фітохоріонів, виділених А. Л. Тахтаджяном [14] та модифікованих В. В. Протопоповою [15]. Таксономічний аналіз проведений із використанням основних положень теорії еколого-таксономічних спектрів В. І. Шанди, Я. В. Маленко [2, 7].

**Результати та обговорення.** У складі рослинних угруповань відвалів південно-західної зони Кривбасу виявлено 310 видів покритонасінних рослин, що належать до 215 родів і 55 родин. Так, 165 видів, що виростають у межах району дослідження є представниками голарктичної групи ареалів. Ці види входять до складу 130 родів 39 родин (табл. 1) [10, 11, 13]. Провідними за кількістю видів і родів є такі 9 родин загального таксономічного спектру (перша цифра — кількість видів, у дужках відсоток загальної кількості видів, друга — кількість родів, у дужках відсоток загальної кількості родів):

Айстрові (*Asteraceae*) — 31 (18,79), 21 (16,16); Губоцвіті (*Lamiaceae*) — 13 (7,88), 12 (9,23); Тонконогові (*Poaceae*) — 12 (7,27), 12 (9,23); Бобові (*Fabaceae*) — 12 (7,27), 11 (8,46); Шорстколисті (*Boraginaceae*) — 11 (6,68), 9 (6,92); Капустяні (*Brassicaceae*) — 8 (4,85), 8 (6,15); Розові (*Rosaceae*) — 8 (4,85), 7 (5,39); Лободові (*Chenopodiaceae*) — 8 (4,85), 7 (5,39); Гвоздичні (*Caryophyllaceae*) — 7 (4,24), 5 (3,85).

**Таблиця 1. Таксономічні спектри голарктичної групи ареалів угруповань рослин відвалів південно-західної зони Криворіжжя**

**Table 1. Taxonomic spectra of the Holarctic group of habitats of plant communities of dumps in the southwestern zone of Kryvyi Rih district**

№	Родини	Кількість видів		Кількість родів	
		абсолютна	%	абсолютна	%
1	<i>Asteraceae</i> ( <i>Compositae</i> )	31	18,79	21	16,16
2	<i>Lamiaceae</i> ( <i>Labiatae</i> )	13	7,88	12	9,23
3	<i>Poaceae</i> ( <i>Gramineae</i> )	12	7,27	12	9,23
4	<i>Fabaceae</i> ( <i>Leguminosae</i> )	12	7,27	11	8,46
5	<i>Boraginaceae</i>	11	6,68	9	6,92
6	<i>Brassicaceae</i> ( <i>Cruciferae</i> )	8	4,85	8	6,15
7	<i>Rosaceae</i>	8	4,85	7	5,39
8	<i>Chenopodiaceae</i>	8	4,85	7	5,39
9	<i>Caryophyllaceae</i>	7	4,24	5	3,85
10	<i>Scrophulariaceae</i>	4	2,42	3	2,31
11	<i>Polygonaceae</i>	4	2,42	2	1,53
12	<i>Apiaceae</i> ( <i>Umbelliferae</i> )	3	1,82	3	2,31
13	<i>Cyperaceae</i>	3	1,82	2	1,53
14	<i>Euphorbiaceae</i>	3	1,82	1	0,77
15	<i>Aceraceae</i>	3	1,82	1	0,77
16	<i>Ulmaceae</i>	3	1,82	1	0,77
17	<i>Salicaceae</i>	2	1,21	2	1,53

Продовження таблиці 1

№	Родини	Кількість видів		Кількість родів	
		абсолютна	%	абсолютна	%
18	<i>Elaeagnaceae</i>	2	1,21	2	1,53
19	<i>Oleaceae</i>	2	1,21	1	0,77
20	<i>Ranunculaceae</i>	2	1,21	1	0,77
21	<i>Malvaceae</i>	2	1,21	1	0,77
22	<i>Rubiaceae</i>	2	1,21	1	0,77
23	<i>Plantaginaceae</i>	2	1,21	1	0,77
24	<i>Crassulaceae</i>	2	1,21	1	0,77
25	<i>Liliaceae</i>	2	1,21	1	0,77
26	<i>Solanaceae</i>	1	0,60	1	0,77
27	<i>Juncaceae</i>	1	0,60	1	0,77
28	<i>Resedaceae</i>	1	0,60	1	0,77
29	<i>Dipsacaceae</i>	1	0,60	1	0,77
30	<i>Clusiaceae</i>	1	0,60	1	0,77
31	<i>Linaceae</i>	1	0,60	1	0,77
32	<i>Orabanchaceae</i>	1	0,60	1	0,77
33	<i>Asclepiadaceae</i>	1	0,60	1	0,77
34	<i>Alismataceae</i>	1	0,60	1	0,77
35	<i>Cornaceae</i>	1	0,60	1	0,77
36	<i>Betulaceae</i>	1	0,60	1	0,77
37	<i>Vitaceae</i>	1	0,60	1	0,77
38	<i>Grossulariaceae</i>	1	0,60	1	0,77
39	<i>Juglandaceae</i>	1	0,60	1	0,77
РАЗОМ		165	100,00	130	100,00

Перелічені дев'ять родин охоплюють 66,68 % таксономічного спектру видів голарктичної групи ареалів (110 видів) і 70,78 % таксономічного спектру родів (92 роди). Чотирма видами представлені дві родини: Ранникові (*Scrophulariaceae*) — 4 (2,42), 3 (2,31) та Гречкові (*Polygonaceae*) — 4 (2,42), 2 (1,53). По три види в кожній з таких п'яти родин: Зонтичні (*Apiaceae*) — 3 (1,82), 3 (2,31); Осокові (*Cyperaceae*) — 3 (1,82), 2 (1,53); Молочайні (*Euphorbiaceae*) — 3 (1,82), 1 (0,77); Кленові (*Aceraceae*) — 3 (1,82), 1 (0,77); В'язові (*Ulmaceae*) — 3 (1,82), 1 (0,77). Дев'ять родин містять по 2 види (2,74 % загального спектру таксонів голарктичної складової серійних угруповань рослин) кожна (перша цифра — кількість родів, у дужках відсоток загальної родового спектру): Вербові (*Salicaceae*) — 2 (1,53); Маслинові (*Oleaceae*) — 1 (0,77);

Жовтецеві (*Ranunculaceae*) — 1 (0,77); Мальвові (*Malvaceae*) — 1 (0,77); Маренові (*Rubiaceae*) — 1 (0,77); Подорожникові (*Plantaginaceae*) — 1 (0,77); Товстолисті (*Crassulaceae*) — 1 (0,77); Лілійні (*Liliaceae*) — 1 (0,77). Зауважимо, що 14 родин загального таксономічного спектру голарктичної групи ареалів угруповань рослин відвалів зони дослідження (*Solanaceae*, *Juncaceae*, *Resedaceae*, *Dipsacaceae*, *Clusiaceae*, *Linaceae*, *Orabanchaceae*, *Asclepiadaceae*, *Alismataceae*, *Cornaceae*, *Betulaceae*, *Vitaceae*, *Grossulariaceae*, *Juglandaceae*) наведені 1 видом 1 роду (відповідно кожна 0,60 %, 0,77 %). Отже, таксономічний спектр видів голарктичної групи ареалів, як і загальний спектр видів рослинних угруповань обстеженого району і спектри полірегіональної та давньосередземноморської складових, характеризується домінуванням за кількістю видів і родів небагатьох родин (табл. 2).

Таблиця 2. Таксономічні спектри різних груп ареалів угруповань рослин відвалів [10, 11, 13]

Table 2. Taxonomic spectra of different habitat groups of plant communities of the dumps [10, 11, 13]

№	Родина	Спектри таксонів							
		загальний		певних груп ареалів					
				поліре- гіональна		голарктич- на		давньо- середзем- номорська	
		абс	%			абс	%	абс	%
1	<i>Asteraceae</i>	56	18,10	18	25,00	31	18,79	7	9,59
2	<i>Poaceae</i>	30	9,70	14	19,40	12	7,27	4	5,48
3	<i>Brassicaceae</i>	26	8,40	6	8,30	8	4,85	12	16,44
4	<i>Fabaceae</i>	23	7,40	4	5,60	12	7,27	7	9,59
5	<i>Lamiaceae</i>	20	6,40	2	2,80	13	7,88	5	6,84
6	<i>Chenopodiaceae</i>	16	5,10	4	5,60	8	4,85	4	5,48
7	<i>Boraginaceae</i>	14	4,50	—	—	11	6,68	3	4,11
8	<i>Rosaceae</i>	12	3,90	—	—	8	4,85	4	5,48
9	<i>Caryophyllaceae</i>	10	3,20	1	1,40	7	4,24	2	2,74
10	<i>Apiaceae</i>	9	2,90	3	4,10	3	1,82	3	4,11
11	<i>Scrophulariaceae</i>	8	2,50	3	4,10	4	2,42	1	1,37
12	<i>Polygonaceae</i>	8	2,50	2	2,80	4	2,42	2	2,74
13	<i>Ranunculaceae</i>	4	1,30	—	—	2	1,21	2	2,74
14	<i>Euphorbiaceae</i>	4	1,30	—	—	3	1,82	1	1,37

Продовження таблиці 2

№	Родина	Спектри таксонів							
		загальний		певних груп ареалів					
				поліре- гіональна		голарктич- на		давньо- середзем- номорська	
		абс	%			абс	%	абс	%
15	<i>Solanaceae</i>	3	1,00	2	2,80	1		–	–
16	<i>Malvaceae</i>	3	1,30	1	1,40	2	1,21	–	–
17	<i>Cyperaceae</i>	3	1,00	–	–	3	1,82	–	–
18	<i>Salicaceae</i>	3	1,00	–	–	2	1,21	1	1,37
19	<i>Elaeagnaceae</i>	3	1,00	1	1,40	2	1,21	–	–
20	<i>Oleaceae</i>	3	1,00	–	–	2	1,21	1	1,37
21	<i>Amaranthaceae</i>	3	0,70	3	4,10	–	–	–	–
22	<i>Rubiaceae</i>	3	1,00	–	–	2	1,21	1	1,37
23	<i>Plantaginaceae</i>	3	1,00	1	1,40	2	1,21	–	–
24	<i>Aceraceae</i>	3	1,00	–	–	3	1,82	–	–
25	<i>Ulmaceae</i>	3	1,00	–	–	3	1,82	–	–
26	<i>Zygophyllaceae</i>	2	0,70	1	1,40	–	–	1	1,37
27	<i>Papaveraceae</i>	2	0,70	1	1,40	–	–	1	1,37
28	<i>Primulaceae</i>	2	0,70	–	–	–	–	2	2,74
29	<i>Crassulaceae</i>	2	0,70	–	–	2	1,21	–	–
30	<i>Convolvulaceae</i>	2	0,70	2	2,80	–	–	–	–
31	<i>Liliaceae</i>	2	0,70	–	–	2	1,21	–	–
32	<i>Juncaceae</i>	2	0,70	–	–	1	0,60	1	1,37
33	<i>Resedaceae</i>	1	0,30	–	–	1	0,60	–	–
34	<i>Utricaceae</i>	1	0,30	1	1,40	–	–	–	–
35	<i>Dipsacaceae</i>	1	0,30	–	–	1	0,60	–	–
36	<i>Clusiaceae</i>	1	0,30	–	–	1	0,60	–	–
37	<i>Cuscutaceae</i>	1	0,30	1	1,40	–	–	–	–
38	<i>Linaceae</i>	1	0,30	–	–	1	0,60	–	–
39	<i>Aristolochiaceae</i>	1	0,30	–	–	–	–	1	1,37
40	<i>Orabanchaceae</i>	1	0,30	–	–	1	0,60	–	–
41	<i>Asclepiadaceae</i>	1	0,30	–	–	1	0,60	–	–
42	<i>Alismataceae</i>	1	0,30	–	–	1	0,60	–	–
43	<i>Alliaceae</i>	1	0,30	–	–	–	–	1	1,37
44	<i>Asparagaceae</i>	1	0,30	–	–	–	–	1	1,37
45	<i>Caprifoliaceae</i>	1	0,30	–	–	–	–	1	1,37
46	<i>Moraceae</i>	1	0,30	–	–	–	–	1	1,37
47	<i>Cornaceae</i>	1	0,30	–	–	1	0,60	–	–
48	<i>Gaesalpinaceae</i>	1	0,30	1	1,40	–	–	–	–
49	<i>Betulaceae</i>	1	0,30	–	–	1	0,60	–	–

Продовження таблиці 2

№	Родина	Спектри таксонів							
		загальний		певних груп ареалів					
				поліре- гіональна		голарктич- на		давньо- середзем- номорська	
		абс	%	абс	%	абс	%	абс	%
50	<i>Vitaceae</i>	1	0,30	—		1	0,60	—	—
51	<i>Grossulariaceae</i>	1	0,30	—		1	0,60	—	—
52	<i>Rhamnaceae</i> -	1	0,30	—		—	0,60	1	1,37
53	<i>Juglandaceae</i>	1	0,30	—		1	0,60	—	—
54	<i>Anacardiaceae</i>	1	0,30	—		—	—	1	1,37
55	<i>Fumariaceae</i>	1	0,30	—		—	—	1	1,37
РАЗОМ		310	100,00	72	100,00	165	100,00	73	100,00

Примітки: абс. — кількість видів, % — відсоток від загальної кількості.

У загальному родовому спектрі голарктичної групи ареалів провідні родини зберігають позиції лідерів за кількістю родів, але виразна перевага окремих родів за кількістю видів не спостерігається. Найбільш ємними за кількістю видів є такі роди, як: *Artemisia* L. (4 види), *Centaurea* L. (3 види), *Euphorbia* L. (3 види), *Acer* L. (3 види), *Ulmus* L. (3 види). Двадцять чотири роди (*Achillea* L., *Senecio* L., *Lactuca* L., *Arctium* L., *Cirsium* Mill., *Medicago* L., *Kochia* Roth., *Leonorus* L., *Lappula Moench.*, *Myosotis* L., *Potentilla* L., *Silene* L., *Gypsophila* L., *Linaria* Mill., *Rumex* L., *Polygonum* L., *Ranunculus* L., *Malva* L., *Carex* L., *Fraxinus* L., *Galium* L., *Plantago* L., *Sedum* L., *Gagea* Salisb.) мають у складі по 2 види. Переважна більшість родів (101 рід, 77,69 % загального таксономічного (родового) спектру) голарктичної групи ареалів є монотипними та наведені лише одним видом одного роду [19].

Склад серійних рослинних угруповань підніжжя відвалів містить 117 видів голарктичної групи ареалів, які належать до 95 родів і 34 родин (відповідно 70,91 %, 73,07 %, 87,18 % спектрів таксонів (видів, родів, родин) рослин голарктичної групи ареалів, що виростають у межах ділянок підніжжя техногенних урочищ), ділянок схилів — 80 видів 64 родів і 27 родин (відповідно 48,48 %, 49,23 %, 69,23 %), терасованих ділянок — 126 видів 101 роду 31 родини (відповідно 76,36 %, 77,69 %, 79,49 %), платоподібних вершин — 110 видів 89 родів 31 родини (66,67 %, 68,46 %, 79,49 %) (табл. 3). Отже, рослини голарктичної групи ареалів складають такі убуючі ряди (ряди спадання) трапляння в межах різних частин (зон) відвалів: I. За кількістю видів: тераси — підніжжя — платоподібні вершини — схили; II. За кількістю родів:



тераси — підніжжя — платоподібні вершини — схили; III. За кількістю родин: підніжжя — тераси — платоподібні вершини — схили.

**Таблиця 3. Таксономічні спектри голарктичної групи ареалів угруповань різних частин (зон) відвалів південно-західної зони Кривбасу**

**Table 3. Taxonomic spectra of the Holarctic group of habitats of groups of different parts (zones) of dumps in the southwestern zone of Kryvbas**

Родина	Спектри таксонів голарктичної групи ареалів угруповань рослин певних частин (зон) відвалів							
	підніжжя				схили			
	1		2		1		2	
	абс	%	абс	%	абс	%	абс	%
<i>Asteraceae</i>	24	20,51	17	17,90	24	30,00	16	25,00
<i>Lamiaceae</i>	11	9,41	10	10,53	5	6,25	5	7,82
<i>Poaceae</i>	10	8,55	10	10,53	4	5,00	4	6,25
<i>Fabaceae</i>	4	3,42	4	4,21	3	3,75	3	4,69
<i>Boraginaceae</i>	4	3,42	4	4,21	2	2,11	2	3,13
<i>Brassicaceae</i>	6	5,13	6	6,32	3	3,75	3	4,69
<i>Rosaceae</i>	8	6,84	7	7,37	3	3,75	3	4,69
<i>Chenopodiaceae</i>	5	4,28	5	5,27	5	6,25	4	6,25
<i>Caryophyllaceae</i>	3	2,57	2	2,11	4	5,00	3	4,69
<i>Scrophulariaceae</i>	2	1,71	1	1,05	3	3,75	2	3,13
<i>Polygonaceae</i>	3	2,57	2	2,11	–	–	–	–
<i>Apiaceae</i>	2	1,71	2	2,11	1	1,25	1	1,56
<i>Cyperaceae</i>	3	2,57	2	2,11	2	2,11	2	3,13
<i>Euphorbiaceae</i>	3	2,57	1	1,05	2	2,11	1	1,56
<i>Aceraceae</i>	3	2,57	1	1,05	2	2,11	1	1,56
<i>Ulmaceae</i>	2	1,71	1	1,05	3	3,75	1	1,56
<i>Salicaceae</i>	2	1,71	2	2,11	1	1,25	1	1,56
<i>Elaeagnaceae</i>	2	1,71	2	2,11	2	2,11	2	3,13
<i>Oleaceae</i>	2	1,71	1	1,05	–	–	–	–
<i>Ranunculaceae</i>	1	0,85	1	1,05	–	–	–	–
<i>Malvaceae</i>	1	0,85	1	1,05	–	–	–	–
<i>Rubiaceae</i>	2	1,71	1	1,05	1	1,25	1	1,56
<i>Plantaginaceae</i>	2	1,71	1	1,05	1	1,25	1	1,56

Продовження таблиці 3

Родина	Спектри таксонів голарктичної групи ареалів угруповань рослин певних частин (зон) відвалів							
	підніжжя				схили			
	1		2		1		2	
	абс	%	абс	%	абс	%	абс	%
<i>Crassulaceae</i>	2	1,71	1	1,05	2	2,11	1	1,56
<i>Liliaceae</i>	1	0,85	1	1,05	1	1,25	1	1,56
<i>Solanaceae</i>	–		–	–	1	1,25	1	1,56
<i>Juncaceae</i>	1	0,85	1	1,05	1	1,25	1	1,56
<i>Resedaceae</i>	1	0,85	1	1,05	–	–	–	–
<i>Dipsacaceae</i>	1	0,85	1	1,05	1	1,25	1	1,56
<i>Clusiaceae</i>	1	0,85	1	1,05	–	–	–	–
<i>Linaceae</i>	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Orabanchaceae</i>	1	0,85	1	1,05	–	–	–	–
<i>Asclepiadaceae</i>	–	–	–	–	1	1,25	1	1,56
<i>Alismataceae</i>	1	0,85	1	1,05	1	1,25	1	1,56
<i>Cornaceae</i>	1	0,85	1	1,05	–	–	–	–
<i>Betulaceae</i>	1	0,85	1	1,05	–	–	–	–
<i>Vitaceae</i>	1	0,85	1	1,05	–	–	–	–
<i>Grossulariaceae</i>	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Juglandaceae</i>	–	–	–	–	–	–	–	–
Разом	117	100,00	95	100,00	80	100,00	64	100,00

Родина	Спектри таксонів голарктичної групи ареалів угруповань рослин певних частин (зон) відвалів							
	терасовані площі				ділянки платоподібних вершин			
	1		2		1		2	
	абс	%	абс	%	абс	%	абс	%
<i>Asteraceae</i>	26	20,64	17	16,84	24	21,82	18	20,23
<i>Lamiaceae</i>	9	7,14	9	8,91	6	5,45	6	6,75
<i>Poaceae</i>	9	7,14	9	8,91	7	6,36	7	7,87
<i>Fabaceae</i>	12	9,53	11	10,89	7	6,36	7	7,87
<i>Boraginaceae</i>	10	7,94	9	8,91	7	6,36	6	6,75
<i>Brassicaceae</i>	7	5,56	6	5,94	7	6,36	6	6,75
<i>Rosaceae</i>	6	4,76	5	4,95	5	4,54	4	4,50
<i>Chenopodiaceae</i>	6	4,76	5	4,95	8	7,27	7	7,87
<i>Caryophyllaceae</i>	6	4,76	4	3,96	5	4,54	3	3,38
<i>Scrophulariaceae</i>	2	1,59	2	1,98	3	2,73	2	2,25
<i>Polygonaceae</i>	2	1,59	2	1,98	1	0,91	1	1,12
<i>Apiaceae</i>	2	1,59	2	1,98	1	0,91	1	1,12

Продовження таблиці 3

Родина	Спектри таксонів голарктичної групи ареалів угруповань рослин певних частин (зон) відвалів							
	терасовані площі				ділянки платоподібних вершин			
	1		2		1		2	
	абс	%	абс	%	абс	%	абс	%
<i>Cyperaceae</i>	2	1,59	1	0,99	1	0,91	1	1,12
<i>Euphorbiaceae</i>	2	1,59	1	0,99	3	2,73	1	1,12
<i>Aceraceae</i>	3	2,38	1	0,99	3	2,73	1	1,12
<i>Ulmaceae</i>	2	1,59	1	0,99	2	1,82	1	1,12
<i>Salicaceae</i>	2	1,59	2	1,98	2	1,82	2	2,25
<i>Elaeagnaceae</i>	1	0,79	1	0,99	2	1,82	2	2,25
<i>Oleaceae</i>	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Ranunculaceae</i>	2	1,59	1	0,99	–	–	–	–
<i>Malvaceae</i>	1	0,79	1	0,99	1	0,91	1	1,12
<i>Rubiaceae</i>	2	1,59	1	0,99	2	1,82	1	1,12
<i>Plantaginaceae</i>	2	1,59	1	0,99	2	1,82	1	1,12
<i>Crassulaceae</i>	2	1,59	1	0,99	2	1,82	1	1,12
<i>Liliaceae</i>	1	0,79	1	0,99	–	–	–	–
<i>Solanaceae</i>	–	–	–	–	1	0,91	1	1,12
<i>Juncaceae</i>	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Resedaceae</i>	1	0,79	1	0,99	1	0,91	1	1,12
<i>Dipsacaceae</i>	1	0,79	1	0,99	1	0,91	1	1,12
<i>Clusiaceae</i>	1	0,79	1	0,99	1	0,91	1	1,12
<i>Linaceae</i>	–	–	–	–	1	0,91	1	1,12
<i>Orabanchaceae</i>	1	0,79	1	0,99	1	0,91	1	1,12
<i>Asclepiadaceae</i>	1	0,79	1	0,99	–	–	–	–
<i>Alismataceae</i>	1	0,79	1	0,99	1	0,91	1	1,12
<i>Cornaceae</i>	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Betulaceae</i>	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Vitaceae</i>	–	–	–	–	1	0,91	1	1,12
<i>Grossulariaceae</i>	–	–	–	–	1	0,91	1	1,12
<i>Juglandaceae</i>	1	0,79	1	0,99	–	–	–	–
Разом	126	100,00	101	100,00	110	100,00	89	100,00

Примітки: 1 — кількість видів, 2 — кількість родів; абс. — абсолютна кількість; % — відсоток від загальної кількості.

Аналіз голарктичної групи ареалів відповідно до участі представників певних ареалогічних груп у її складі дозволяє констатувати, що найбільш численними є євразійські рослини, які

складають 38,79% від загальної кількості зареєстрованих видів (64 види), голарктичні — 36,97% (61 вид), палеарктичні — 4,24% (7 видів), європейські — 4,24% (7 видів), євразійські степові 2,42% (4 види), європейсько-північно-американсько-середземноморсько-передньоазійські — 2,42% (4 види), євросибірські — 1,81% (3 види) та європейсько-передньоазійські — 1,81% (3 види). Двома видами (відповідно 1,21%) представлені європейсько-північноамерикансько-передньоазійські та євросибірсько-середземноморсько-ірано-туранські рослини. Єдиним видом (відповідно кожна 0,61%) наведені такі ареалогічні групи голарктичної групи ареалів, як: східноєвропейська, європейсько-давньосередземноморсько-східноазійська, європейсько-середземноморсько-північноамериканська, європейсько-північноамерикансько-давньосередземно-морська, євросибірсько-балкано-малоазійсько-кавказька, євросибірсько-середземноморсько-передньоазійська, євросибірсько-давньосередземноморська, євросибірсько-давньосередземноморсько-передньоазійська (табл. 4).

**Таблиця 4. Склад таксонів голарктичної групи ареалів  
рослинних угруповань відвалів**

**Table 4. Composition of taxa of the Holarctic group of habitats of  
plant communities of dumps**

Ареалогічні групи видів голарктичної групи ареалів	Таксони					
	види		роди		родина	
	1	2	1	3	1	4
голарктичні	61	36,97	56	43,08	25	64,10
палеарктичні	7	4,24	7	5,38	6	15,38
євразійські	64	38,79	55	42,31	25	64,10
євразійські степові	4	2,42	4	3,08	4	10,26
європейські	7	4,24	7	5,38	5	12,82
східноєвропейські	1	0,61	1	0,77	1	2,56
європейсько-передньоазійські	3	1,81	3	2,31	3	7,69
європейсько-давньосередземноморсько-східноазійські	1	0,61	1	0,77	1	2,56
європейсько-середземноморсько-північноамериканські	1	0,61	1	0,77	1	2,56

Продовження таблиці 4

Ареалогічні групи видів голарктичної групи ареалів	Таксони					
	види		роди		родини	
	1	2	1	3	1	4
європейсько-північноамерикансько-передньоазіатські	2	1,21	2	1,54	1	2,56
європейсько-північноамерикансько-середземноморсько-передньоазіатські	4	2,42	4	3,08	4	10,26
європейсько-північноамерикансько-давньосередземноморські	1	0,61	1	0,77	1	2,56
евросибірські	3	1,81	3	2,31	2	5,13
евросибірсько-балкано-малоазіатсько-кавказькі	1	0,61	1	0,77	1	2,56
евросибірсько-середземноморсько-передньоазіатські	1	0,61	1	0,77	1	2,56
евросибірсько-середземноморсько-ірано-туранські	2	1,21	2	1,54	2	5,13
евросибірсько-давньосередземноморські	1	0,61	1	0,77	1	2,56
евросибірсько-давньосередземноморсько-передньоазіатські	1	0,61	1	0,77	1	2,56
Загальна кількість	<b>165</b>	<b>100,00</b>	<b>130</b>	<b>100,00</b>	<b>39</b>	<b>100,00</b>

Примітки: 1 — кількість видів, 2 — ареалогічний спектр таксонів (видів) за участю представників певних ареалогічних груп у складі голарктичної групи ареалів; 3 — відсоток від загальної кількості родів; 4 — відсоток від загальної кількості родин рослин голарктичної групи ареалів.

У серійних рослинних угрупованнях 23 роди представлені видами різних ареалогічних груп голарктичної групи ареалів, інші лише однієї. Домінують за кількістю родів голарктичні, євразійські, європейські та палеарктичні рослини. Шість багатовидових родів наведені представниками однієї ареалогічної групи (*Senecio* L. — голарктичні рослини, *Arctium* L. — євразійські, *Kochia* Roth. — євразійські, *Polygonum* L. — євразійські, *Carex* L. — євразійські, *Gagea* Salisb. — євразійські). Ємність деяких провідних за кількістю видів родів голарктичної групи ареалів відображено в таблиці 5.

Table 5. Spectra of the leading genera of the Holarctic group with the participation of representatives of various areal groups

Ареалогічні групи видів голарктичної групи ареалів	Провідні роди таксономічного спектру голарктичної групи ареалів																	
	<i>Artemisia L.</i>	<i>Centaurea L.</i>	<i>Euphorbia L.</i>	<i>Acer L.</i>	<i>Ulmus L.</i>	<i>Achillea L.</i>	<i>Lactuca L.</i>	<i>Cirsium Mill.</i>	<i>Medicago L.</i>	<i>Leonopus L.</i>	<i>Lappula Moench.</i>	<i>Mycosotis L.</i>	<i>Potentilla L.</i>	<i>Silene L.</i>	<i>Gypsophila L.</i>	<i>Linaria Mill</i>	<i>Rumex L.</i>	<i>Plantago L.</i>
голарктичні	2	2	1	1	2	-	1	1	1	-	1	1	1	-	-	1	1	1
палеарктичні	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1
евразійські	1	1	1	2	1	-	1	-	1	1	-	-	1	1	1	1	-	-
евразійські степові	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
європейські	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
східноєвропейські	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
евросибірські	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
евросибірсько-балкано-малоазійсько-кавказькі	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
європейсько-північноамерикансько-середземноморсько-передньозазатські	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
евросибірсько-середземноморсько-передньозазатські	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-

Види голарктичної та євразійської ареалогічних груп входять, відповідно кожна, до складу 25 різних родин таксономічного спектру голарктичної групи ареалів, тобто включені до складу 64,10 % загальної кількості родин цієї групи ареалів угруповань різних стадій природного заростання техногенних урочищ. Найвища ємність за участю представників різних ареалогічних груп голарктичної групи ареалів характеризує спектри родин *Asteraceae* (8), *Caryophyllaceae* (5), *Lamiaceae* (4), *Fabaceae* (4), *Chenopodiaceae* (4), *Rosaceae* (4).

Рослини голарктичної групи ареалів кількісно переважають у складі угруповань різних відвалів. Вони охоплюють 55,60 % загальної кількості видів відвалу «Нульовий» (124 види), 53,30 % – відвалів «Правобережні» (73 види), 53,20 % – відвалів «2-3» (92 види), 51,60 % – відвалів «Лівобережні» (87 видів), 50,75 % – відвалу «Степовий» (68 видів), 48,30 % – відвалу «Шимановський» (86 видів) [2, 19]. Представники голарктичної групи ареалів відіграють суттєву роль у процесах самозаростання відвалів і складають в середньому не менше 48 % загальної кількості видів (кореневищна (пірийна) стадія) угруповань різних стадій відновлення рослинного покриву техногенних урочищ. Найчисленніші з них рослини голарктичної, євразійської та європейської ареалогічних груп, які виявляють високу здатність до проникнення, утворення потенційних запасів насіння у субстратах, вселення, виживання та поширення в специфічних умовах техногенних екотопів.

**Висновки.** Окреслення специфіки таксономічного складу голарктичної групи ареалів угруповань рослин техногенних екотопів відвалів південно-західної зони Кривбасу дозволяє зробити наступні узагальнення: 1. Склад угруповань організмів – результуючий вираз їх розвитку, наслідок прояву адаптивних можливостей видів як складових множини варіацій формовтілення живої речовини біосфери; 2. Таксономічний аналіз складу та побудова спектрів таксонів рослинних угруповань – необхідний, відправний етап пізнання їхньої структури, системи зв'язків, потенційних можливостей, тенденцій розвитку, оптимізації та збереження; 3. Конкретизація специфіки таксономічного складу рослинних угруповань техногенних екотопів відвалів на рівні їхніх ареалогічних складових – логічний інтегральний напрям розвитку теорії еколого-таксономічних спектрів, що сприяє комплексній характеристиці систем рослинних організмів як сукупності множини різнотипних складових, організованість й організація яких у змінних умовах простору за плинності часу забезпечує їхній саморух і саморозвиток; 4. Таксономічний склад

голарктичної групи ареалів формують 165 видів 130 родів 39 родин, які охоплюють 53,23 % загальної кількості видів, належать до 60,47 % загальної кількості родів і 70,91 % загальної кількості родин угруповань рослин техногенних екотопів відвалів південно-західної зони Кривбасу; 5. Провідними за кількістю видів і родів родинами загального таксономічного спектру покритонасінних рослин голарктичної групи ареалів є: *Asteraceae*, *Lamiaceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Boraginaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Chenopodiaceae*, *Caryophyllaceae*, — які включають 66,68 % таксономічного спектру видів голарктичної групи ареалів (110 видів) та 70,78 % таксономічного спектру родів (92 роди); 6. Таксономічний спектр видів голарктичної групи ареалів характеризується домінуванням за кількістю видів і родів небагатьох родин і достатньо високою долею родин, представлених одним видом (35,90 %) чи одним родом (61,54 %); 7. Провідні родини зберігають позиції лідерів за кількістю родів, але виразна перевага окремих родів за кількістю видів не спостерігається; 8. Найбільш ємними за кількістю видів родами покритонасінних рослин голарктичної групи ареалів є *Artemisia* L., *Centaurea* L., *Euphorbia* L., *Acer* L., *Ulmus* L.; 9. Формування спектру родів голарктичної групи ареалів переважно монотипними, наведеними лише одним видом таксонами (101 рід, 77,69 % загального таксономічного (родового) спектру); 10. Найвищі показники участі представників голарктичної групи ареалів у спектрах таксонів (видів, родів, родин) угруповань ділянок терас і платоподібних вершин, а найнижчі – схилів техногенних урочищ; 11. Вагома доля в таксономічних спектрах євразійських, голарктичних, європейських, палеарктичних рослин; 12. Кількісна перевага родів голарктичної групи ареалів, представлених вихідцями лише однієї ареалогічної групи (107 родів, 82,31 %); 13. Притаманність голарктичній та євразійській ареалогічним групам розширених спектрів таксономічної об'єму; 14. Найвища ємність за участю представників різних ареалогічних груп голарктичної групи ареалів спектрів родин *Asteraceae*, *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae*, *Fabaceae*, *Chenopodiaceae*, *Rosaceae*; 15. Стабільно суттєва роль представників голарктичної групи ареалів у формуванні складу серійних рослинних угруповань усіх стадій природного заростання та в межах усіх обстежених відвалів району дослідження; 16. Рослини голарктичної, євразійської та європейської ареалогічних груп виявляють високу здатність до проникнення, утворення потенційних запасів насіння у субстратах, вселення, виживання та поширення в специфічних умовах техногенних екотопів; 17. Зміни об'єму (розширення, звуження)



таксономічних спектрів голарктичної групи ареалів на відвалах близьких за віком, складом субстратів, особливостями екологічних умов мають схожий характер, що свідчить про споріднений напрям розвитку серійних угруповань рослин, може використовуватися як діагностичний показник і під час проведення моніторингових досліджень; 18. Перспективними є подальші дослідження особливостей голарктичної складової серійних рослинних угруповань відвалів із деталізацією специфіки таксономічного фонду за окремими урочищами та їхніми зонами, з конкретизацією на рівні ареалогічних груп, екоморфічної ємності та флорогенетичних зв'язків таксонів, специфіки поширення та розповсюдження, господарської оцінки видів і визначення зонально доцільних шляхів оптимізації рослинності техногенних екоотопів порушених земель.

## Reference

1. Shanda, V.I. (2013) *Teoretychni problemy ekologiyi ta biogeotsenologiyi*. [Theoretical problems of ecology and biogeocenology]. Kryvyi Rih: Kozlov. <https://doi.org/10.31812/123456789/4871> (in Ukrainian).
2. Malenko, Ya. V. (2001) *Osoblynosti taksonomichnogo ta ekologichnogo skladu roslinnykh ugrupovan vidvaliv pivdenno-zakhidnoyi zony Kryvbasy*. [Peculiarities of taxonomical and ecological composition of plant communities of the dumps in South-Western area of Kryvbasy]: diss. kand. biol. nauk: 03.00.13 — ecology. Dnipropetrovsk. National University, Dnipropetrovsk (in Ukrainian).
3. Shanda, V. I., Yevtushenko, E. O., Voroshylova, N. V., Shanda, L. V., Malenko, Ya. V., & Kobryushko, O. O. (2020). *Teoretychni problemy biogeotsenologiyi: kolektyvna monografiya* [Theoretical problems of biogeocenology: collective monograph]. Kryvyi Rih: Kryvorizkyj derzhavnyj pedagogichnyj universytet. Vydavets Chernyavskyj D. O. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4077> (in Ukrainian).
4. Shanda, V.I., Malenko, Ya.V., Voroshylova, N.V., & Shanda, L.V. (2014). *Do teorii skladu biogeotsenozu* [To the theory of biogeocenosis composition]. *Pytannya bioindykatsiyi ta ekolohiyi* [Issues of bioindication and ecology], 19, 1, 3–13 (in Ukrainian).
5. Malenko, Ya. V., Voroshylova, N. V., & Kobryushko, O. O. (2023). *Problemy fundamentalnoyi ekologiyi: kurs lekciy* [Problems of

- fundamental ecology: a course of lectures]. Ya. V. Malenko (Ed.). Kryvyi Rih: KDPU. <https://doi.org/10.31812/123456789/7894> (in Ukrainian).
6. Malenko, Ya. V. (2021). Ekologo-taksonomichni spektry — kompleksni pokaznyky organizovanosti skladu roslynnnykh uhrupovan [Ecological and taxonomic spectra are complex indicators of the organization of the composition of plant communities]. *Formation of innovative potential of world science: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the I International Scientific and Theoretical Conference*. Vol. 1. pp. 115–120. Tel Aviv, State of Israel: European Scientific Platform. <https://doi.org/10.36074/scientia-07.05.2021> (in Ukrainian).
  7. Shanda, V. I., & Malenko, Ya. V. (2000). Analiz taksonomichnohoskladu uhrupovan' roslynnnykh organismiv osnova yikh bagatospri-amovanogo vuvchennia [Analysis of the taxonomic composition of the groups of plant organisms the basis of their multidirectional study]. Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho universytetu [Bulletin of the Dnipropetrovsk State University], 7, 14–19 (in Ukrainian).
  8. Pozdnyj, Ye. V., Malenko, Ya. V., & Kobryushko, O. O. (2023). Osoblyvosti taksonomichnogo skladu derevno-chagarnykovoyi roslynnosti selyshha Nyva Trudova [Peculiarities of the taxonomic composition of tree-shrub vegetation in the village of Niva Trudova]. Proceedings of the 8nd International Scientific and Practical Conference «*Current issues and prospects for the development of scientific research*». 39 (179). pp. 420–428. Orléans, France, <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.11.2023.045> (in Ukrainian).
  9. Krysachenko V. S. (1998). Lyudyna i biosfera: osnovy ekolohichnoyi antropolohiyi: pidruchnyk [Man and the biosphere: the basics of ecological anthropology: a textbook]. Kyiv: Zapovit (in Ukrainian).
  10. Malenko, Ya. V. (2019). Spetsyfika spektriv vydiv davnoseredzemnomorskoi hrupy arealiv uhrupovan' roslyntekhnohennykh ekotopiv [The specificity of spectra of ancient mediterranean species of the group of habitats of plant groups of Kryvyi Rih region technogenic ecotypes]. Ekolohichniy visnyk Kryvorizhzhia [Ecological Bulletin of Kryvyi Rih District], 4, 22–40, <https://doi.org/10.31812/eco-bulletin-krd.v4i0.2558> (in Ukrainian).
  11. Malenko, Ya. V. (2023). Analiz taksonomichnykh spektriv riznykh hrup arealiv seriyinykh uhrupovan roslyn tekhnohennykh ekotopiv vidvaliv Kryvbasu [Analysis of taxonomic spectra of different groups of habitats

- of serial groups of plants of man-made ecotopes of Kryvbas dumps]. Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference «*Theoretical and empirical scientific research: concept and trends*». pp. 106-109. Oxford — Vinnytsia: P.C. Publishing House & European Scientific Platform. <https://doi.org/10.36074/logos-23.06.2023.30> (in Ukrainian).
12. Chypylyak, T.F., Zubrovska, O.M., & Shol H.N. (2022). Roslyny v urbotekhnohennomu seredovyshchi stepovoyi zony Ukrayiny [Plants in the urbotechnogenic environment of the steppe zone of Ukraine]. Kyiv: Talkom (in Ukrainian).
  13. Malenko, Ya.V. (2018). Spetsifika spektriv vydiv poliregionalnoi grupyarealiv uhrupovan' roslyn tekhnogennykh ekotopiv [Specifics of the spectra of the species of the polyregional group of areas of the routes of plants of technogenic ecotopes]. Ekolohichnyi visnyk Kryvorizhzhia [Ecological Bulletin of Kryvyi Rih District], 3, 8–23. <https://doi.org/10.31812/ecobulletinkrd.v3i.6814> (in Ukrainian).
  14. Takhtadgyan, A.I. (1987). Floristicheskiye oblasti zemnogo shara [Flora's region of globe]. Nauka, Leningrad (in Russian).
  15. Protopopova, V.V. (1991). Sinantropnaia flora Ukrainu i putiejo razvitiia [Synanthropic flora of Ukraine and the ways of its development]. Kyiv: Naukova dumka (in Russian).
  16. Kucherevskyy, V.V., & Shol, H.N. (2009). Anatovanyy spysok urbanoflory Kryvoho Rohu [An annotated list of the urban flora of Kryvyi Rih]. Kryvyy Rih: Vydavnychy dim (in Ukrainian).
  17. Tarasov, V.V. (2012). Flora Dnipropetrovskoyi i Zaporizkoyi oblastey. [Flora of Dnipropetrovsk and Zaporizhzhia regions]. Dnipropetrovsk: Lira (in Ukrainian).
  18. Morozyuk, S.S., & Protopopova, V.V. (2007). Travyanysti roslyny Ukrayiny. Atlas-vyznachnyk [Herbaceous plants of Ukraine. Atlas-determiner]. Ternopil: Navchalna knyha-Bohdan (in Ukrainian).
  19. Malenko, Ya.V. (2023). Taksonomichnyy fond vydiv holarktychnoyi hrupy arealiv uhrupovan roslyn tekhnohennykh ekotopiv Kryvorizhzhya [Taxonomic fund of species of the holarctic group of habitats of plant groups of man-made ecotopes of Kryvorizhzhya]. Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «Science: Development and Factors its Influence». 157, pp.313–317. Amsterdam: Ark Reprints. <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/issue/view/6-8.06.2023/167> (in Ukrainian).

# TAXONOMIC COMPOSITION OF THE HOLARCTIC GROUP OF AREAS OF PLANT GROUPS OF TECHNOGENIC ECOTOPES OF THE KRYVBAS DUMPS

Ya. V. Malenko<sup>1</sup>, O. O. Kobryushko<sup>1</sup>, D. D. Verba<sup>1</sup>

<sup>1</sup> — *Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih, Ukraine*

**Abstract.** The article highlights aspects of the theory of composition of communities, which is the resulting expression of their development, a consequence of the manifestation of species' adaptive capabilities as components of many variations in forms of living matter in the biosphere. It is noted that analyzing taxonomic composition and construction of taxon spectra of plant communities is a necessary initial stage in understanding their structure, connection systems, potential opportunities, development trends, optimization and conservation. It is determined that specifying the taxonomic composition of plant communities of technogenic ecotopes of dumps at the level of their chorological components is a logical integral direction for the development of the theory of ecological and taxonomic spectra.

Research has established that the taxonomic composition of the Holarctic range group consists of 165 species, 130 genera, and 39 families of angiosperms. The leading families of the general taxonomic spectrum of Holarctic angiosperms in terms of the number of species and genera are *Asteraceae*, *Lamiaceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Boraginaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Chenopodiaceae*, *Caryophyllaceae*. They include 66,68 % of the taxonomic spectrum of species of the Holarctic range group and 70,78 % of the taxonomic spectrum of genera. The taxonomic spectrum of species of the Holarctic range group is characterized by the dominance in terms of the number of species and genera of a few families and a fairly high proportion of families represented by one species or one genus. The leading families retain their leading positions in terms of the number of genera, but there is no clear advantage of individual genera in terms of the number of species. The most species-rich genera of angiosperms of the Holarctic range group are *Artemisia* L., *Centaurea* L., *Euphorbia* L., *Acer* L., *Ulmus* L. The highest rates of participation of representatives of the Holarctic range group are in the spectra of taxa (species, genera, families) of communities of terrace sites and plateau-like peaks, and the lowest ones are in the taxon spectra of communities occurring the slopes of technogenic stows. The proportion of Eurasian, Holarctic, European, Palearctic plants having extended spectra of taxonomic volume in the taxonomic spectra is significant, etc.

The prospects for further studies of the features of the Holarctic component of serial plant communities of dumps with detailing the features of the taxonomic fund for individual stows and their zones, with specification at the level of chorological groups, ecomorphic capacity, florogenetic relations of taxa, the distribution specifics, economic assessment of species and the development of zonally expedient ways to optimize the vegetation of technogenic ecotopes in disturbed lands are determined.

**Keywords:** plant communities (groups), dumps, technogenic ecotopes, composition, a group of ranges (habitats), chorological group, a taxon, spectra.



ПРОБЛЕМИ  
ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ,  
ВИХОВАННЯ ТА  
МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ  
ПРИРОДНИЧИХ  
ДИСЦИПЛІН

---

THE PROBLEM  
OF ENVIRONMENTAL  
EDUCATION,  
EDUCATION AND  
SCIENTIFIC  
DISCIPLINES TEACHING  
METHODS



# ЗМІСТ, МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ТА ПРОВЕДЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ЕКСКУРСІЙ

І. О. Остапчук<sup>1\*</sup>, В. Л. Казаков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> — *Криворізький державний педагогічний університет,  
м. Кривий Ріг, Україна*

**Анотація.** Екологізація мислення, гедонізація життя — процеси, які протягом останніх десятиріч сильно вплинули на мотиви щодо способу проведення вільного часу. Екологічний туризм став формою пізнання унікальних та екзотичних природних ландшафтів та інструментом їх збереження. Таке тлумачення екологічного туризму позбавляє жителів великих промислових міст, віддалених від подібних екологічних об'єктів, можливості долучитися до процесу екологічного пізнання. Проаналізовані авторами наявні джерела показують не розробленість поняття екологічних екскурсій, яке перекликається з екологічним туризмом, але спрямоване на розкриття лише одного з аспектів екології — проблеми охорони природних ландшафтів у межах особливо-охоронюваних природних територій/акваторій.

Авторське тлумачення екологічної екскурсії як виду індустріального та сталого туризму є ширшим. Лише через розуміння сутності екологічної проблеми можна знайти шляхи її вирішення. Так, в процесі екологічних екскурсій відвідувачі безпосередньо через спостереження, вивчення, розуміння, дослід під керівництвом кваліфікованого гіда зможуть зрозуміти сутність і причини екологічної кризи, її наслідки, запропонувати локальні шляхи вирішення екологічних проблем і напрацювати досвід екологічної поведінки. Автори за мету дослідження поставили розкрити сутність змісту, методичних особливостей підготовки та проведення екскурсій. Виходячи із власного багаторічного досвіду екскурсійної діяльності, автори обґрунтували та схарактеризували власне бачення екскурсійного процесу, пов'язаного з екологічною освітою та вихованням. Виділено проблемні аспекти існуючого підходу й обґрунтовано свій погляд на процес розробки, організації та проведення екологічних екскурсій. Виявлено специфічні риси кожного з етапів розробки екологічної екскурсії, наведено приклади методики із власного досвіду.

**Ключові слова:** екологічна екскурсія, екологічний туризм, сталий туризм, індустріальний туризм, методика підготовки і проведення екскурсій.

**Вступ.** У сучасному урбанізованому світі, світі технологій і великого потоку інформації, інтенсивної роботи, під час планування способу проведення вільного від роботи часу, все більше людей звертають увагу на екологічний туризм. Розвитку цього виду туризму сприяло декілька чинників: усвідомлення швидкого скорочення

\*Corresponding author. E-mail addresses: [ostapmanaen@gmail.com](mailto:ostapmanaen@gmail.com)



доступних для відвідування унікальних природних екосистем, насиченість туристичного ринку класичними культурними подорожами, або відпочинком за системою «All inclusive», прагнення активного способу проведення часу тощо. Однак, у різних варіантах організації відпочинку вихідного дня, розробки та пропозиції екскурсій — ніша екологічних екскурсій не розроблена.

Екологічні екскурсії здебільшого розглядаються як різновид навчальних екскурсій у природу. Відповідно вони мають за мету формування індивідуальної екологічної картини світу задля запобігання небажаних дій (прояв агресії у ставленні до об'єктів природи, жорстокість) і надання спрямованої допомоги дитині у процесі природничо-наукової освіти [1, 2]. В англomовній літературі зазвичай поняття екскурсія трактується як короткотривалий тур, а термін екологічна екскурсія зустрічається вкрай рідко. Погляд на екологічний туризм є традиційним для цього напрямку та розуміється як «відповідальна подорож природними територіями, яка зберігає навколишнє середовище, підтримує добробут місцевого населення та передбачає інтерпретацію та навчання» [3, 4].

Аналіз різноманітних джерел із проблеми організації та проведення саме екологічних екскурсій показав, що під ними розуміють організовані короткотривалі подорожі до особливо цінних у природному відношенні ландшафтів, зазвичай це особливо-охоронювані території та акваторії різних рангів заповідання [4]. На думку авторів статті, у такому розумінні екологічних екскурсій та екологічного туризму упускається важливий фрагмент: відсутнє пояснення, показ і роз'яснення причин скорочення біологічного різноманіття (на всіх його рівнях), інших екологічних проблем, причин і наслідків розвитку екологічної кризи загалом, тобто показується лише результат екологічних процесів без розкриття їх причини.

Автори цієї праці — гідди-практики з багаторічним стажем роботи в екскурсійній справі. Вони є членами Всеукраїнської асоціації гідів, Національної туристичної організації України. Уперше у 2015 році розробили та провели першу екологічну екскурсію для всіх громадян і гостей міста Кривого Рогу до полігону твердих побутових відходів. Пізніше у практику було впроваджено ще декілька маршрутів, із якими докладніше можна ознайомитися в інших наших роботах [5, 6].

Виходячи із власної екскурсійної практики Кривим Рогом, спілкування з туристами з різних країн світу та регіонів України, досвіду викладання екологічних дисциплін у КДПУ, ведення навчальних геоекологічних практик, нами накопичений певний досвід і

розуміння суті екологічних екскурсій, інтересу до них із боку широкого загалу відвідувачів.

Екологічний туризм, автори статті розуміють як один із видів індустріального та сталого туризму, пов'язаного з відвідуванням туристичних об'єктів, які перебувають в екологічній ситуації різного ступеня гостроти з метою здійснення екологічної освіти і виховання. Це різноманітні ландшафти, які: зазнали негативних антропогенних змін, самостійно відновились після таких змін, були рекультивовані; або діючі промислові об'єкти з чіткою екологічною функцією (наприклад, станція аерації, де очищуються стічні води міст, сміттесортувальні підприємства, полігони твердих побутових відходів, тощо) [5, 6].

**Мета.** Розкрити сутність змісту, методичні особливості підготовки та проведення екологічних екскурсій.

Аналіз джерел інформації, особисті спостереження за проведенням екскурсій дозволили виділити деякі проблемні аспекти:

1) відсутнє комплексне визначення поняття «екологічна екскурсія», яке б відповідало змісту екскурсійної діяльності для всіх верств населення (а не лише учнів шкіл, студентів); розробкою та проведенням екологічних екскурсій у природу займаються переважно вчителі або фахівці особливо охоронюваних територій, що не дає комплексного бачення суті екологічних процесів і явищ;

2) відсутні чіткі методичні рекомендації щодо особливостей підготовки, організації та проведення екологічних екскурсій до «справжніх» екологічних об'єктів, як-от полігон ТПВ або відстійник шахтних вод;

3) на туристичному ринку відсутні такі екологічні екскурсії, які б розкривали генезис і показували наслідки екологічних проблем (є одиничні приклади екскурсій на сміттєпереробні заводи і декілька «псевдо екологічних» турів);

4) не визначені ніша в туризмі та концепція екологічних екскурсій, оскільки переважно розглядаються як освітні у природу, а за змістом є видом екологічного туризму.

**Результати та обговорення.** Під екологічними екскурсіями ми пропонуємо розуміти цілеспрямований, наочний процес пізнання екологічних об'єктів, який відбувається під керівництвом кваліфікованого гід-екскурсовода та має на меті: формування екологічних знань, умінь і навичок, спостереження за екологічними об'єктами та процесами, ознайомлення з екологічними проблемами й негативними наслідками господарської діяльності людини, формування ощадливого використання природних умов і ресурсів у повсякденному

житті, розширення екологічного світогляду.

На нашу думку, таке розуміння екологічних екскурсій є достатньо широким і комплексним, дозволяє формувати екологічний світогляд не лише шляхом відвідування заповідних об'єктів, а й показом таких територій / акваторій, які перебувають у незадовільному екологічному стані, або показують наслідки не раціонального використання природних умов і ресурсів, ознайомлюють з «екологічно чистими» технологіями та промисловими підприємствами.

Призначення екологічних екскурсій має полягати у:

- розкритті сутності багатьох глобальних екологічних проблем і наслідків їх прояву на локальних прикладах;
- формуванні елементарних екологічних знань (наприклад, екосистема, антропогенний і культурний ландшафт, рекультивація, полігон твердих побутових відходів, дія екологічних законів Б. Коммонера та ін.);
- удосконаленні основ дослідницької діяльності (коли на екскурсії в інтерактивному форматі відвідувачі долучаються до екологічних досліджень: аналізують вплив полігону ТПВ на окремі компоненти і ландшафти загалом, укладають акт екологічної оцінки стану поверхневих вод, визначають способи очистки стічних вод тощо);
- розвитку екологічних навичок (наприклад, сортування побутових відходів, ощадливе використання води, паливних та ін. природних ресурсів);
- розширенні світогляду;
- формуванні активного способу проведення рекреаційного часу / дозвілля.

Екологічні екскурсії мають значний освітній потенціал у формуванні знань про концепцію сталого розвитку для широкого загалу громадян. Виступають активним видом проведення вільного часу, передбачають значну рухову активність, оскільки зазвичай екологічні об'єкти знаходяться в пішій, а не транспортній доступності.

З огляду на наведену проблематику, пропонуємо проаналізувати сутність, методичні й організаційні особливості проведення екологічних екскурсій, ґрунтуючись на практичному досвіді авторів статті.

Екологічні екскурсії можна класифікувати за змістом та об'єктами на такі тематичні екскурсії до:

- 1) діючих промислових підприємств, які демонструють екологічні й інноваційні практики:
  - полігони ТПВ і сміттесортувальні станції, сміттєпереробні заводи;
  - підприємства з виробництва екологічно чистої енергії (сонячні, гідротермальні станції тощо);
  - підприємства з очистки стічних вод;
  - підприємства важкої та хімічної індустрії з модернізованим виробництвом (наприклад, коксівні батареї № 5 та № 6 на ПАТ АрселорМіттал Кривий Ріг).
- 2) ландшафтів, змінених унаслідок нераціонального використання природних умов і ресурсів:
  - відстійники шахтних вод;
  - шламосховища;
  - кар'єри та відвали;
  - провальні зони шахт;
  - змінені русла річок.

Елементи екологічних екскурсій можуть бути органічно вплетені в оглядові екскурсії, особливо промисловими містами. Зокрема, базова програма оглядової екскурсії Кривим Рогом передбачає відвідування та огляд таких об'єктів, які демонструють ландшафти, утворені антропогенною діяльністю: коксохімічне виробництво ПАТ Арселорміттал Кривий Ріг, залізрудний кар'єр ПівдГЗК, Червоне озеро — відстійник шахтних вод, провальні зони ш. Козацька тощо. Розповідати про Кривий Ріг на оглядовій екскурсії та уникнути екологічної тематики просто не можливо.

Досвід проведення екологічних екскурсій дозволяє виділити декілька їх організаційних форм:

- 1) «екологічні стежки» — екскурсії, які відбуваються атрактивними й унікальними місцевостями, але з демонстрацією екологічних об'єктів, які являють собою наслідок нераціонального використання природних умов і ресурсів (відстійник шахтних вод, змінені екосистеми малої річки Саксагань, відпрацьований кар'єр тощо), поєднують пізнавальні та рекреаційні елементи;
- 2) індустріальні екскурсії на промислові / комунальні / діючі підприємства, де сировиною виробництва зазвичай виступають відходи іншого підприємства (сміттесортувальна станція,

сміттєпереробний завод, заготівельне підприємство «Чисте місто», Центральна станція аерації КП Кривбасводоканал тощо), ознайомлюють з особливостями технологічних процесів, формують знання щодо екологічних наслідків життєдіяльності людини для ландшафтів, формують позитивний імідж підприємств і довіру споживачів послуг цих підприємств, ознайомлюють із дією екологічних законів у режимі реального часу;

- 3) екскурсії — дослідження, або наукова екологічна екскурсія, що має на меті сформувати елементарні екологічні знання та навички, коли туристи отримують можливість провести коротке наукове дослідження екологічного характеру (екскурсія на полігон твердих побутових відходів (надалі ТПВ) передбачає укладання геоекологічного паспорту й аналізу геоекологічних зв'язків між різними зміненими географічними компонентами, екскурсія вздовж р. Саксагань передбачає проведення анкетування туристів щодо атрактивності побачених ландшафтів тощо);
- 4) екскурсія — візит до екологічно чистої садиби, ознайомлює широке коло відвідувачів із можливостями й ефективністю оснащення приватного будинку сонячними панелями, застосування принципів замкнутого циклу використання ресурсів, сортування сміття тощо;
- 5) 5) екскурсія — навчальна практика, проводиться для учнівської та студентської молоді та має на меті закріпити теоретичні знання з екологічних дисциплін на практичному досвіді, навчити методам екологічних досліджень і сформувати навички їх використання, ознайомлення з містом тощо.

Наведені організаційні форми можуть бути загалом витримані на маршрутах екологічних екскурсій, або фрагментарно, об'єднуючи декілька з них. Так, наприклад, під час екскурсії екологічна стежка «Контрасти річки Саксагань» поєднано форму стежки й екскурсії-дослідження, оскільки відвідувачі долучаються до збору інформації про атрактивність антропогенних ландшафтів Кривого Рогу та заповнюють акт оцінки стану поверхневих вод (за заготовленими гідом шаблонами).

*Тема, мета і завдання екологічної екскурсії* відображають її сутність і призначення. Тема екскурсії ґрунтується завжди на базових екологічних об'єктах і явищах. Тема визначає сутність розповіді гіда на маршруті. Назва екскурсії повинна чітко відображати тематику, вона формулюється так, аби привабити відвідувачів. Назва вирізняє саме

наш туристичний продукт із-поміж інших, пропонованих на ринку. Наприклад, цикл тематичних екологічних екскурсій Кривим Рогом автори назвали «Розрив шаблона», зокрема екскурсія до відстійника шахтних вод ш. Гігант Глибока та ім. Артема, тематично присвячена проблемі утилізації високо мінералізованих шахтних вод, отримала ємну назву «Розрив шаблона: Червоне озеро Кривбасу», під час формування ринкової пропозиції добираються відповідно яскраві фото (Рис. 1). Мета екологічних екскурсій — формування екологічних знань, умінь і навичок, розширення світогляду, виховання ощадливого використання природних умов і ресурсів.



Рис. 1. Зразок рекламного зображення екскурсії для соціальних сторінок (створено автором в онлайн-редакторі «Canva»)

Figure 1. Sample of a promotional image of a tour for social pages (created by the author in the online-editor «Canva»)

*Відбір, вивчення та оцінка об'єктів екологічної екскурсії.* Об'єкти екологічної екскурсії являють собою найчастіше унікальні, іноді екзотичні, ландшафти (навіть розташовані на території промислових підприємств, наприклад, аеротенки або відстійники стічних вод), які демонструють особливості виникнення та розв'язання екологічних проблем. Об'єкти екологічних екскурсій — багатопланові, оскільки

не існує такого компоненту ландшафтної сфери, яка б не зазнала впливу діяльності людини: змінені русла річок, водосховища, озера у відпрацьованих кар'єрах, відстійники шахтних вод, рекультивовані ділянки відвалів, кар'єрів, хвостосховищ; функціонуючі полігони ТПВ, антропогенні та культурні ландшафти (Рис. 2).



**Рис. 2. Приклади об'єктів екологічних екскурсій (Полігон ТБО, Червоне озеро) авторське фото**

**Figure 2. Examples of objects of ecological excursions (Solid Waste Landfill, Chervone Lake) author's photo**

У процесі створення будь-якої екскурсії, екологічної зокрема, розробник маршруту обов'язково ретельно оцінює наявні екологічні об'єкти за декількома критеріями: екологічний характер, безпечність відвідування, пізнавальна цінність і популярність об'єкта, екзотичність та унікальність об'єкта, виразність і збереженість об'єкта, місцезнаходження та можливість доступу й огляду об'єкта. У процесі розробки екскурсії обов'язково виділяються базові та додаткові об'єкти. Для екологічних екскурсій базовими об'єктами завжди виступають такі, які демонструють екологічну проблематику, розкривають суть утворення / розв'язання екологічних проблем, а додаткові об'єкти можуть мати як екологічну, так і краєзнавчу тематику.

*Маршрут екскурсії* та його попередня апробація. Маршрути екологічних екскурсій є так само багатоплановими, як і екологічні об'єкти. Екологічні екскурсії залежно від способу пересування можуть бути пішохідними й автобусно-пішохідними. Нитка маршруту може бути як і на всіх інших екскурсіях: лінійною, кільцевою або комбінованою. Відібрані об'єкти екскурсії розробник має впорядкувати

відповідно до логістики відвідування, виключаючи: проходження однією і тією ж стежкою більше ніж 1–2 рази, тривалі переїзди / переходи між об'єктами тощо (Рис. 3).

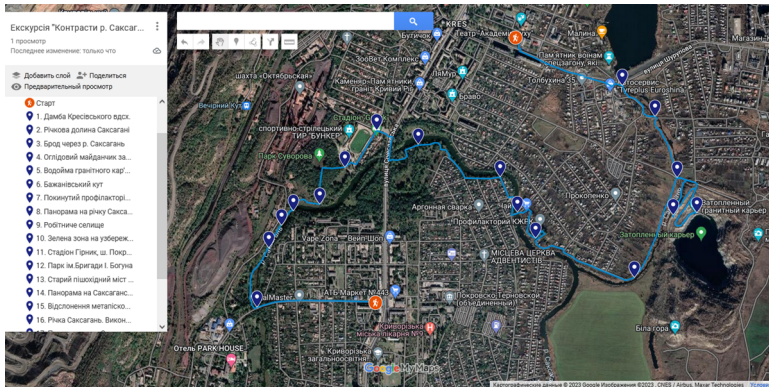


Рис. 3. Приклад нитки маршруту екскурсії «Розрив шаблона “Контрасти річки Саксагань”»  
(укладено І. Остапчук у Google, мої карти)

Figure 3. An example of the route thread of the tour «Breaking the pattern of the “Contrasts of the Saksahan River”»  
(compiled by I. Ostapchuk in Google, my maps)

Перед впровадженням нового маршруту екологічної екскурсії обов'язково гід має «пройти / проїхати» її на місцевості. Це також стосується чітко вираженої сезонності маршруту, адже перед початком нового сезону варто оглянути маршрут на предмет наявності перешкод, появи нових об'єктів, зміни ландшафтів, забудови території тощо.

*Текст екологічної екскурсії* має бути науковим, ґрунтуватися на достовірних, перевірених фактах, розкривати чітко та логічно сутність екологічних об'єктів, які демонструються відвідувачам, розкривати екологічні проблеми, настановувати на роздуми та пропозиції їх розв'язання. Однак, *подача матеріалу під час розповіді та показу екологічних екскурсійних об'єктів* має бути легкою, не обтяженою складними термінами і незрозумілими поняттями. Специфіка екологічних екскурсій, особливо на діючі підприємства, — використання вузькотехнологічної спеціальної термінології, тому гід на таких маршрутах має бути професіоналом у роз'ясненні



простими словами складних термінів, описі процесів, явищ (наприклад, аеротенк — «джакузі для активного мулу», «вивітрювання гірських порід» — руйнація гірських порід, «полігон ТПВ — смітник»). У гіда завжди має бути запас інформації, оскільки це дозволяє володіти темою якнайширше, тексти екскурсій зазвичай не повністю відтворюються на самих екскурсіях.

*«Портфель екскурсовода» та матеріально-технічне забезпечення екологічної екскурсії.* «Портфель екскурсовода» зазвичай складається із друкованих матеріалів, які доповнюють основний зміст екскурсії та відображають специфіку об'єктів, що демонструються (наприклад, макрофото синьо-гнійної палички на екскурсії до очисних споруд або карта маршруту подорожі «Контрасти р. Саксагань» із зображеними зміненими ділянками русла та ін.). Добре, коли в гіда є можливість створити зручний електронний формат «портфеля» за допомогою планшета або ноутбука, що дозволить додатково використовувати на екологічних екскурсіях показ відеофрагментів або аудіозаписів, історичних карт, хронологічних рядів фотозображень певного місця, анімації розповсюдження забруднення від джерела.

Екологічні екскурсії є досить специфічними, тому гіду необхідно мати на окремі маршрути заготовлені шаблони для проведення наукових досліджень (бланки для заповнення геоекологічного паспорту полігону ТПВ, зразок документів ДБН для спорудження полігонів; бланк Акту оцінки стану поверхневих вод; анкети для оцінки атрактивності ландшафтів та ін.). Якщо програмою екскурсії передбачено дослідження фізико-хімічних властивостей геокомпонентів, то має бути наявне необхідне обладнання (наприклад, прозора скляна колба для візуальної оцінки прозорості й забруднення води).

На окремих маршрутах може бути необхідним додаткове устаткування, як-от на маршруті екскурсії «Відродження криворізької води» (до центральної станції аерації). Під час переїзду до станції за допомогою ноутбука (телевізора в авто) демонструється короткий відеофільм про КП Кривбасводоканал і специфіку використовуваних способів очищення стічних вод. Гід має бути готовий прокоментувати відео, задати питання по відео відвідувачам.

*Добір прийомів показу та розповіді на екологічній екскурсії.* Методи показу та розповіді є типовими для всіх екскурсій, однак важливим є саме рівень професійної майстерності гіда під час використання цих методів. Специфікою саме екологічних екскурсій є залучення прийомів узагальнення та абстрагування у процесі розповіді про локальні екологічні проблеми та глобалізації їх наслідків. У

розповіді характерним є використання спеціалізованих екологічних і технологічних термінів.

*Техніка проведення екологічної екскурсії* вирізняється необхідністю виокремлення з довколишніх місцевостей, ландшафтів, об'єктів екологічних аспектів їх функціонування; оскільки більшість таких подорожей — пішохідні, це врахування в одязі та взутті польових-погодних умов (Рис. 4). Екологічні екскурсії на діючі підприємства обов'язково передбачають проведення вступного інструктажу з техніки безпеки. Зокрема під час відвідування ЦСА КП Кривбасводоканал забороненим є взуття на підборах. Під час проведення екологічних екскурсій обов'язково враховувати всі вимоги, які пред'являються до пішохідних екскурсій (не вести розповідь, поки вся група не зібралась, обирати ділянки для зупинок залежно від погоди, передбачати чергування активного руху та відпочинку на маршруті тощо). Гід обов'язково повинен мати при собі аптечку та вміти надавати першу домедичну допомогу.



Рис. 4. Фрагменти екологічних екскурсій у виконанні авторів статті

Figure 4. Fragments of ecological excursions performed by the authors of the article

*Паспорт екологічної екскурсії* укладається за типовою табличною схемою.

*Пробне проведення екологічної екскурсії* є обов'язковим етапом у процесі розробки екскурсійного маршруту будь-якої тематики і має на меті обійти маршрут, переконатися у правильності відібраних об'єктів,

доступності їх огляду, уточненні стежок, прорахунку витрат часу на екскурсію, добір місць для фотографування та перепочинку. Бажано запросити на пробну екскурсію досвідченого гіда.

*Існують певні вимоги до професійної майстерності гіда екологічних екскурсій:* обов'язково володіння понятійно-термінологічним апаратом екології та галузевих наук (географії, біології, інженерії, очисних технологій тощо); уміння зрозуміло та простими словами подавати інформацію про функціонування екологічних об'єктів, систему взаємозв'язків між компонентами ландшафту і складними антропогенними впливами; подана інформація не має бути сухою, а розповідь «підручковою», гід має подавати інформацію у вигляді діалогу, дискусії із відвідувачами, використовувати різноманітні прийоми показу та розповіді, володіти голосом. Для розбавлення наукового тексту слід використовувати «цікаві» факти та кумедні історії (наприклад, під час екскурсії до ЦСА Кривого Рогу гід задає відвідувачам питання: «Що означає добре відома всім абревіатура WC?». Заслуховуючи всі висловлені варіанти, дає відповідь, що це «water closet» — туалет із водним зливом сучасної форми, винайдений і запатентований у далекому 1775 р. шотландцем О. Каммінгом). Для підсилення ефекту «занурення» вводити інтерактиви, зокрема екологічні ігри, вікторини з цінними призами (сертифікати на безкоштовну участь в інших екскурсіях, зразки гірських порід і мінералів Криворізького басейну) тощо.

Гід на екологічних екскурсіях не обов'язково повинен мати екологічну освіту, але має володіти інформацією на високому рівні, бути досвідченим практиком в екологічних дослідженнях, мати кваліфікацію гіда, вміти працювати з людьми незалежно від їх індивідуальних, вікових та інших особливостей. Отже, для проведення екологічних екскурсій на високому професійному рівні фахівець обов'язково має пройти базову підготовку з туристичної майстерності й володіти науковими екологічними знаннями, вміннями та навичками, мати досвід практичної екологічної діяльності, вміти у легкій невимушеній формі подавати матеріал екскурсії.

**Висновки.** Тож авторське розуміння екологічних екскурсій відрізняється від класичного, яке широко представлене в різних джерелах як вид екологічного туризму, що базується суто на відвідуванні екологічно-цінних природних об'єктів. На думку авторів, призначення екологічних екскурсій полягає, навпаки, у відвідуванні екологічних об'єктів, які демонструють екологічні проблеми та їх наслідки, розкривають генезис та особливості нераціонального

використання природних умов і ресурсів людством та показують можливі шляхи, напрями розв'язання локальних і глобальних екологічних проблем. Екологічні екскурсії характеризуються певними специфічними й унікальними методичними особливостями підготовки та проведення, оскільки переслідують мету — показати екологічні об'єкти, сформувати екологічні знання та навички проводити прості екологічні дослідження. Гіди на таких маршрутах повинні мати відповідну фахову підготовку і володіти компетентностями з екології (у найширшому розумінні цієї науки) та майстерністю проведення екскурсій.

## Reference

1. M. M. Bilyans'ka, L. I. Bondarenko, O. M. Lazebna. (2020). Zastosuvannya metodu interpretaciyi v procesi provedennya ekskursij ekologichnogo spryamuvannya. [*Pedagogy of creative personality formation in higher and secondary schools*] № 70, volume 1, 36–41. <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2020.70-1.6>. (in Ukrainian).
2. Dutchak S.V. (2006). Problemy vykorystannia pryrodnykh natsionalnykh parkiv u turystsko-rekreatsiinii diialnosti ta varianty yikh rozviazannia. [*Scientific Bulletin of Chernivtsi University: Collection of Scientific Papers*], 304: Geography. 208 p., pp. 55–61. (in Ukrainian).
3. Lishan, X., Changlin, A., Baoqi Liu & Zhenyu Cai (2023). Ecotourism and sustainable development: a scientometric review of global research trends. *Environment, Development and Sustainability*, volume 25, 2977–3003. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02190-0>.
4. What Is Ecotourism? (2015). TIES. <https://ecotourism.org/what-is-ecotourism/>.
5. Ostapchuk I., Shyian D. (2020). Osoblyvosti rozvytku ekolohichnoho turyzmu u m. Kryvyi Rih. In J. Ratajczak, V. Tsytko (Eds.). [*Trends in the development of international tourism in the current context of globalization*]. (pp. 129–138). Opole: The Academy of Management and Administration in Opole. (in Ukrainian).
6. Patsiuk V.S., Kazakov V.L., Skorupskas R., Ostapchuk I. O. and Petrova A. (2022). Revitalization of the industrial heritage: guidelines for Kryvyi Rih. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 1049, 1049 012082. DOI: 10.1088/1755-1315/1049/1/012082.

## CONTENT, METHODOLOGICAL FEATURES OF THE PREPARATION AND CONDUCT OF ECOLOGICAL EXCURSIONS (ON THE EXAMPLE OF KRYVYI RIH)

I. O. Ostapchuk<sup>1</sup>, V. L. Kazakov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> — *Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih, Ukraine*

**Abstract.** The greening of thinking and the hedonization of life are processes that have greatly influenced the motives for spending leisure time in recent decades. Ecotourism has become a way of exploring unique and exotic natural landscapes and a tool for their preservation. Such an interpretation of ecotourism deprives residents of large industrial cities, far from such environmental sites, of the opportunity to join the process of ecological cognition. The available sources analyzed by the authors show that the concept of ecological excursions is not developed, which overlaps with ecological tourism, but is aimed at revealing only one aspect of ecology - the problem of protecting natural landscapes within specially protected natural areas/water bodies. The author's interpretation of ecological excursions as a type of industrial and sustainable tourism is broader. Only through understanding the essence of an environmental problem can we find ways to solve it, and during ecological excursions, visitors can directly understand the nature and causes of the environmental crisis, its consequences, offer local solutions to environmental problems, and gain experience in environmental behavior through observation, study, understanding, and research under the guidance of a qualified guide. The authors of the study set out to reveal the essence of the content and methodological features of preparing and conducting excursions. Based on their own many years of experience in excursion activities, the authors substantiated and characterized their own vision of the excursion process related to environmental education and upbringing. The problematic aspects of the existing approach are highlighted and the authors' own vision of the process of developing, organizing and conducting environmental excursions is substantiated. The specific features of each stage of the development of an ecological excursion are identified, and examples of methods from the author's own experience are given.

**Keywords:** ecological excursion, ecological tourism, sustainable tourism, industrial tourism, method of preparing and conducting excursions.

# МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ

Н. О. Ахматова\*

*Криворізький державний педагогічний університет,  
м. Кривий Ріг, Україна*

**Анотація.** Дистанційна форма здобуття освіти набуває все більшого значення в житті учнів, що впливає на зміну методів, засобів і підходів під час навчання. Саме онлайн освіта активно розвивається вже досить значний період часу. У загальноосвітніх закладах це нова форма отримання знань, а тому майже відсутні наукові праці, які були б присвячені розгляду методичних аспектів навчання біології та хімії в умовах дистанційної освіти.

Компетентнісний підхід навчання, який окреслений у Державному стандарті, має особливі наскрізні вміння, а саме: читання з розумінням, уміння висловлювати власну думку усно і письмово, критичне та системне мислення, здатність логічно обґрунтовувати позицію, творчість, ініціативність, уміння конструктивно керувати емоціями, оцінювати ризики, приймати рішення, розв'язувати проблеми, здатність співпрацювати з іншими людьми. Саме тому відбуваються і зміни в методичних підходах навчання природничих дисциплін в умовах дистанційної освіти.

У статті обґрунтовано методичні аспекти, прийоми й особливості навчання природничих дисциплін, зокрема на уроках біології, хімії та інтегрованого курсу в середній школі. Ефективними засобом підвищення якості освітнього процесу є широке впровадження інновацій у вивчення означених дисциплін в умовах дистанційної освіти. Це сприятиме підготовці учнів із якісним рівнем компетенцій.

**Ключові слова:** методичні аспекти навчання, викладання природничих наук, підготовка здобувачів до НМТ, природничо-наукова освіта, освітні технології.

**Вступ.** Можемо констатувати, що на початку ХХІст. активно почали визначатися нові орієнтири освіти. Саме тому необхідно змінюватись і самому педагогу, адже відбуваються корективи мети й завдань його діяльності. В обґрунтуванні змін сучасної української школи йдеться про реформування системи освіти, що значно впливає на методичні підходи під час вивчення природничих дисциплін, зокрема у процесі навчання біології та хімії. У зв'язку зі зниженням зацікавленості означеними предметами Міністерство освіти пропонує

\*Corresponding author. E-mail addresses: [naytikys27@gmail.com](mailto:naytikys27@gmail.com)

кардинально змінити програми, розділивши їх на інтегровані курси та профільну освіту.

Але важливим чинником, який впливає на зміну методів, засобів і підходів під час навчання, є дистанційна форма здобуття освіти, що набуває все більшого значення в житті учнів. Саме онлайн освіта активно розвивається вже досить значний період часу. У загальноосвітніх закладах це нова форма отримання знань, а тому майже відсутні наукові праці, які були б присвячені розгляду методичних аспектів навчання біології та хімії в умовах дистанційної освіти.

Актуальність цієї роботи зумовлена запровадженням військового стану, який є каталізатором глобальних процесів цифрової освіти і трансформації в усіх сферах життя. За таких умов роль комп'ютерних технологій стає надзвичайно важливою, особливо у процесі формування здобувачами освіти практичних навичок. Тому питання збереження якості засвоєння отриманих теоретичних знань і практичних умінь або навичок набуває значної актуальності.

**Мета.** Вивчення методичних аспектів і підходів під час навчання природничих дисциплін в умовах дистанційної освіти, їх актуалізації та деталізованого розгляду.

**Результати та обговорення.** Розвиток і зміни суспільства в Україні висуває перед освітою нові завдання щодо її вдосконалення. У Державному стандарті означена мета освітньої галузі «Природознавство», яка має здійснювати формування в учнів природничо-наукової компетентності як базової і відповідних предметних компетентностей як обов'язкової складової загальної культури особистості й розвитку її творчого потенціалу. Він спрямований на виконання завдань загальноосвітніх навчальних закладів II і III ступенів, а також визначає вимоги до освіченості учнів основної і старшої школи [3]. Варто зазначити і про список компетентностей, які повинні набути учні. Їх закріплено Законом «Про освіту», який створювався з урахуванням «Рекомендації Європейського Парламенту та Ради Європи щодо формування ключових компетентностей освіти впродовж життя» [7].

Спільними для всіх компетентностей є так звані наскрізні вміння: читання з розумінням, уміння висловлювати власну думку усно і письмово, критичне та системне мислення, здатність логічно обґрунтовувати позицію, творчість, ініціативність, уміння конструктивно керувати емоціями, оцінювати ризики, приймати рішення, розв'язувати проблеми, здатність співпрацювати з іншими

людьми [3]. Саме тому відбуваються і зміни в методичних підходах навчання природничих дисциплін в умовах дистанційної освіти. Розглянемо деякі актуальні методичні підходи.

*Діяльнісний методичний підхід.* В основі його лежить діяльність учнів, яка полягає у виконанні завдань, замість того, щоб просто сидіти біля монітору гаджета і слухати вчителя. Такий методичний прийом доцільно використовувати під час лабораторних і практичних занять, а саме під час вивчення тем: «Фізичні та хімічні явища», «Вода. Властивості вод» (хімія 7 клас), «Розчини» (хімія 9 клас), «Фізичні величини та їх вимірювання», «Тіла та речовини», «Три стани речовини» («Пізнаємо природу» 5–6 класи — інтегрований курс, авт. Біда Д. Д., Гільберг Т. Г., Колісник Я. І.) і низка інших тем, до яких можна запропонувати учням самостійне виконання міні-практичного дослідження.

*Інтегрований методичний підхід.* Його особливості полягають у тому, що учні отримують цілісне уявлення про світ, адже вивчають явища з погляду різних наук і вчать вирішувати реальні проблеми за допомогою знань із різних дисциплін. Прикладом послугує курс «Пізнаємо природу» (5–6 клас). З метою розв'язання навчально-пізнавальних і навчально-практичних завдань варто зупинитись на таких прийомах, як організація екскурсій у природу, музеї, зоопарк, ботанічний сад, природоохоронні території, лабораторії, на підприємства, виконання дослідницьких проєктів і практикумів. Ці прийоми дають можливість сформувати в учнів навички самостійного пошуку інформації, її критична оцінка, інтерпретація та представлення, формування вміння самостійно вчитися впродовж життя [3].

Але якщо врахувати те, що в країні відбуваються активні бойові дії, деякі з означених методів втрачають сенс, адже в такому разі перевага надається безпеці проведення таких заходів і занять. Тому вчитель має ретельно продумати альтернативні дистанційні форми роботи, які допоможуть зацікавити учнів і мотивувати їх до вивчення навчального матеріалу, спонукати на самостійну дослідницьку діяльність, проведення спостережень у природі, простих безпечних дослідів, виготовлення саморобних приладів (моделювання), групова самостійна робота учнів (проєкти, виготовлення лепбуків, постерів, малюнків тощо). Доцільно долучати до такої діяльності і батьків, запропонувати їм допомогти дітям у створенні найпростішої домашньої лабораторії.

*Компетентнісний методичний підхід.* Методичні особливості цього підходу полягають у тому, що під час вивчення нової



теми компетентнісне навчання ґрунтується на проблемному та діяльнісному підходах. Прикладом такого методичного підходу може слугувати вивчення теми: «Досліджуємо тіла, речовини, явища» в 5 класі («Пізнаємо природу». 5–6 класи — інтегрований курс, авт. Коршевніук Т. В.). За компетентнісного навчання урок має початись із проблемної ситуації чи питання [6].

Наприклад, учитель показує учням шматочок льоду, потім кладе його у склянку з водою та ставить запитання: «Як ви гадаєте чому лід не тоне?». Це і буде проблемна ситуація та запитання. Учні зі свого боку висловлюють власні міркування, припущення. Після формулювання гіпотез учитель пропонує учням обґрунтування та пояснює, чому саме так відбувається.

Саме такий метод розкриття теми довший, але і значно дієвіший. Адже вчитель формує в учнів не лише предметні знання та уміння, а і ключові компетентності, так звані м'які навички. Цілком зрозуміло, що під час підготовки до уроків учителям необхідно більше для винайдення ідеї формулювання проблеми, подачі матеріалу, формулювання діалогу. Але знання, які отримують учні, будуть формувати їх життєвий досвід.

*Особистісно-орієнтований методичний підхід.* Окреслений методичний підхід створює сприятливі умови для життєвого самовизначення учнів. А це означає розкриття світу людських взаємин із природою у всій їх складності й суперечності. Застосування такого прийому забезпечує дитині право на свободу вибору ціннісної позиції, на цінність людського духу й цінність життя загалом, на можливість його дійового здійснення за наявності в дитини установки на подолання дисгармонії в досвіді, поведінці, спілкуванні, діяльності [8]. У контексті такого педагогічного підходу освіта розглядається як базис для підготовки дитини до життя в громадянському суспільстві. Цей методичний підхід можна реалізувати на уроках біології у 7–9 класах (модельна навчальна програма «Біологія. 7–9 класи» — 2023 р., авт. Соболев В. І.) під час підготовки з учнями інформаційно-комунікативних проєктів (інформативне повідомлення, інформативне пояснення, інформативний опис, інформативне дослідження, рекламне повідомлення, електронні презентації), які спрямовують на формування екологічної свідомості особистості.

*Проблемно-ситуативний методичний підхід.* Проблемно-ситуативний підхід означає роботу у штучно створеній ситуації, яка несе в собі практичне застосування знань і вмінь. Упроваджуючи цей підхід здійснюється формування критичного й системного мислення.

Доречне використання згаданого методичного прийому під час вивчення хімії у 9 класі, теми: «Досліджуємо воду, солі, розчинення і кристалізацію» (модельна навчальна програма «Хіміяю 7–9 класи» — 2023 р. авт. Лашевська Г. А.). Вивчаючи цю тему, досить зручно вчителю поставити проблему приготування концентрованого та розбавленого розчинів, важливо навчити на практиці, як із концентрованого розчину 70 % швидко приготувати розчин із концентрацією речовини 10 % чи 20 %. Варто мотивувати учнів тим, що в побуті, медицині й інших галузях промисловості широко застосовується «розчин».

Проблемні ситуації також доречно впроваджувати і на уроках біології, під час розгляду таких питань, як: вторинна переробка сировини, екологічні проблеми, наслідки антропогенної діяльності людини. В умовах дистанційної освіти учні задля відповіді на це питання можуть готувати постери, які потім під час уроку презентувати. У такій діяльності відразу формується декілька практичних навичок, як-от: робота із джерелами інформації, структурування та представлення матеріалу, публічна презентація постера та ін.

*Диференційований методичний підхід.* Особливо важливий та актуальний підхід в умовах дистанційної освіти. Диференціація завдань і подання навчального матеріалу дає змогу враховувати освітні потреби, компетентності та можливості кожного учня. Готуючись до занять, учитель має обов'язково здійснити такі підготовчі етапи до уроку, як: рефлексія (оцінка й усвідомлення можливостей і потреб класного колективу), аналіз і оцінювання навчальної програми, можливостей та особливостей учнів, планування уроку. Диференційований підхід доречно застосовувати під час вивчення будь-якої теми в курсу хімії та біології. А також диференціацію варто застосовувати в поєднанні всіх з будь-яким методичним підходом.

*Рефлексивний методичний підхід.* Цей методичний підхід є одним із засадничих. Його мета полягає у здійсненні самоаналізу власної діяльності в процесі навчання. Це завершальний та обов'язковим етап кожного уроку незалежно від форми його проведення.

Ефективними методичними прийомами є інтерактивні ігри та вправи, цікаві динамічні вебресурси, які повністю або частково є у відкритому доступі та не вимагають додаткових часових затрат на реєстрацію чи підписку. Важливо, аби кожен учень в кінці уроку долучився до виконання рефлексивної вправи, це дає можливість вчителю оцінити якість засвоєного навчального матеріалу здобувачами

освіти задля підготовки успішного та якісного наступного заняття.

**Висновки.** Узагальнюючи виклад матеріалу щодо методичних аспектів навчання природничих дисциплін в умовах дистанційної освіти, важливо зазначити, що використання всієї різноманітності послідовних прийомів сприяє збагаченню методів навчання біології, хімії та природничих курсів, більш ефективному їх використанню з метою міцного засвоєння учнями системи знань, володінні предметними компетентностями, а також вирішенні будь-яких завдань. Використання різноманітних методичних прийомів на уроках, вище означених дисциплін, полягає у врахуванні взаємозв'язків між природничими науками, які і складають єдину систему природничо-наукових знань. На цій основі вчителі реалізують можливість пізнання учнями природи як цілісного утворення, підвищуючи цікавість до навчальних предметів.

Варто зазначити, що у процесі підготовки до сучасного уроку вчителю доводиться досить складно, аби врахувати всі особливості його проведення. Але з часом випрацьовується єдина система роботи, накопичуються навчально-методичні матеріали, які апробовані та перевірені. Важливо лише вносити корективи під час підготовки, беручи до уваги індивідуальні особливості кожного класу, та здійснювати самоаналіз і роботу над помилками у проведеному уроці.

З огляду на це, зазначимо, що формування інтелектуально розвиненої особистості, яка володіє предметними компетентностями, методами аналізу й синтезу; яка здатна до самоосвіти й саморозвитку, уміє використовувати набуті знання та вміння для творчого розв'язування проблем, критично мислити, опрацьовувати різноманітну інформацію, є важливою складовою в навчанні підростаючого покоління.

## Reference

1. Hrytsai N. B. (2016). *Metodyka navchannia biolohii* [Methods of teaching biology]: navchalnyi posibnyk. Rivne TzOV «Doka tsentr». 272.
2. Frolov D. (2022). *Rozvytok STEM-osvity pryrodnychkykh dystsyplin v umovakh dystantsiinoi osvity* [Development of STEM education in natural sciences in the context of distance education]. *Viae Educationis: Studies of Education and Didactics*. 1 (3). 79.

3. Derzhavnyi standart bazovoi i povnoi zahalnoi serednoi osvity  
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-п#Text>
4. Kontseptsiiia realizatsii derzhavnoi polityky u sferi reformuvannia zahalnoi serednoi osvity «Nova ukrainska shkola» na period do 2029 roku, rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 14 hrudnia 2016 r. №988.
5. Moroz I. V. (2006). Zahalna metodyka navchannia biolohii [General methods of biology teaching]. Navchalnyi posibnyk. Kyiv vydavnytstvo «Lybid». 592.
6. Ovcharuk O. V. (2004). Kompetentnisnyi pidkhid v suchasni osviti: svitovyi dosvid ta ukrainski perspektyvy [Competency-based approach in modern education: world experience and Ukrainian perspectives.] Biblioteka osvitnoi polityky. Kyiv: «K.I.S.». 112.
7. Rekomendatsiia 2006/962/IeS Yevropeiskoho Parlamentu ta Rady (IeS) «Pro osnovni kompetentsii dlia navchannia protiahom usoho zhyttia» vid 18 hrudnia 2006 roku Rezhym dostupu: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_975#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_975#Text)
8. Bekh I. D. (2003). Osobystisno orientovanyi pidkhid: naukovo-praktychni zasady. Vykhovannia osobystosti [Personality-oriented approach: scientific and practical principles. Education of the personality]: Navchalno-metodychnyi posibnyk: U 2 knyhakh. Kyiv: Lybid. 344.
9. Pometun O. I. (2004). Suchasnyi urok. Interaktyvni tekhnolohii navchannia [A modern lesson. Interactive learning technologies]: Naukovometodychnyi posibnyk. Kyiv: A.S.K. 192.

#### METHODOLOGICAL ASPECTS OF TEACHING NATURAL SCIENCES IN DISTANCE EDUCATION

N. O. Ahmatova

*Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih, Ukraine*

**Abstract.** Distance education is becoming increasingly important in the lives of students, which affects the change of methods, means and approaches to learning. Online education has been actively developing for quite a long time. In general education institutions, this is a new form of knowledge acquisition, and therefore there are almost no scientific works that would be devoted to the consideration of methodological aspects of teaching biology and chemistry in distance education.

The competency-based learning approach outlined in the State Standard has special cross-cutting skills, namely: reading comprehension, ability to express

one's own opinion orally and in writing, critical and systematic thinking, ability to logically justify a position, creativity, initiative, ability to constructively manage emotions, assess risks, make decisions, solve problems, and the ability to cooperate with others. That is why there are changes in the methodological approaches to teaching natural sciences in the context of distance education.

The article substantiates the methodological aspects, techniques and features of teaching natural sciences, in particular in biology, chemistry and an integrated course in secondary school. An effective means of improving the quality of the educational process is the widespread introduction of innovations in the study of these disciplines in the context of distance education. This will help to prepare students with high-quality.

**Keywords:** methodological aspects of teaching, teaching of natural sciences, preparation of students for NMT, science education, educational technologies.



ISSN 2664–505X (print)

ISSN 2664–5068 (online)

**Екологічний вісник Криворіжжя:** зб. наук. та наук.-метод. праць. Вип. 8  
/ голов. ред. Е. О. Євтушенко. — Кривий Ріг : Криворізький державний  
педагогічний університет, 2023. — 107 с.

Наукове видання

# ЕКОЛОГІЧНИЙ ВІСНИК КРИВОРІЖЖЯ

## ЗБІРНИК НАУКОВИХ ТА НАУКОВО-МЕТОДИЧНИХ ПРАЦЬ

Випуск 8

*Свідectтво про державну реєстрацію друкованого засобу  
масової інформації*

*КВ № 24109–13949 ПР від 22.07.2019 р.*

Підписано до друку 22.12.2023.

Формат  $60 \times 84 \frac{1}{16}$ . Папір офсетний. Друк офсетний.

Ум.-друк. арк. — 5,9. Наклад — 100 прим.

*Адреса редакції та видавця:*

Видавничий центр

Криворізького державного педагогічного університету

50086 Кривий Ріг, просп. Гагаріна, 54.

Тел.: +38 (056) 470-13-34 +38 (056) 470-13-38

*E-mail:* kdpu@kdpu.edu.ua

k\_botanical@kdpu.edu.ua ekolog\_kdpu@email.ua

<https://journal.kdpu.edu.ua/>