

ISSN 1992-4259 (Print)
ISSN 2415-7651 (Online)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

*До 220-ї річниці заснування
Каразінського університету*

**ВІСНИК
ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ
імені В. Н. КАРАЗІНА
СЕРІЯ «ЕКОЛОГІЯ»**

Випуск 31

*To the 220th Anniversary
of Karazin University's Founding*

**VISNYK
of V. N. KARAZIN KHARKIV NATIONAL
UNIVERSITY
SERIES ECOLOGY
Issue 31**

**Харків
2024**

Засновник і видавець
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Міністерства освіти і науки України

Фахове видання (категорія Б) з географічних (спеціальності 101, 103)
та біологічних наук (спеціальності 091, 101) .
Наказ МОН України від 17.03.2020 № 409

Засновано у 2005 році
Періодичність виходу – 2 рази на рік

УДК 502/504+911+57

У віснику надаються результати теоретичних та прикладних досліджень у галузі екології, географії, біології, екологічної безпеки, охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування. Пріоритет надано розв'язанню актуальних екологічних проблем та найкращим практикам міжнародного досвіду їх вирішення, екологічному менеджменту, медико-екологічним дослідженням, інноваційним дослідженням в галузі біотехнології, біохімії, екології людини, фізіології рослин і тварин, конструктивної географії, екології та збалансованого природокористування. Викладаються питання організації та методологічних досліджень національної вищої екологічної, біологічної, географічної та природоохоронної освіти.

Для науковців і фахівців-екологів, біологів, географів, а також викладачів, аспірантів, магістрів і студентів вищих навчальних закладів України та інших країн без будь-яких обмежень

Затверджено до друку рішенням Вченої ради Харківського національного університету
імені В.Н. Каразіна (протокол № 24 від 25.11.2024 р.)

Головний редактор:

Крайнюков О. М., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Заступник головного редактора:

Тітенко Г. В., канд. геогр. наук, доц., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Відповідальний редактор:

Кривицька І. А., канд. біол. наук, доц., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Технічний редактор: **Баскакова Л. В.**, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна.

Редакційна колегія:

Бедункова О. О., д-р біол. наук, проф., Національний університет водного господарства та природокористування;

Бойко С., д-р філософії, Вармінсько-Мазурський університет, Польща;

Гавардашвілі Г., д-р техн. наук, проф., Інститут водного господарства імені Ц. Мірцхулави, Грузія;

Едіріппуліге С., д-р географії, Університет Квінсленду, Австралія;

Жолткевич Г. М., д-р техн. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Кривцов В., д-р філософії, Едінбурзький університет, Великобританія;

Кульбачко Ю. Л., д-р біол. наук, проф., Дніпропетровський національний університет імені О. Гончара;

Кучер А. В., д-р екон. наук, ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського НААН»;

Максименко Н. В., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;

Нахтнебель Х.-П., д-р, проф., Університету природних ресурсів та прикладних наук у Відні – WOKU, Австрія;

Некос А. Н., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Ричак Н. Л., канд. геогр. наук, доц., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Сафранов Т. А., д-р геол.-мин. наук, проф., Одеський державний екологічний університет;

Страшнюк В. Ю., д-р біол. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Утєвська О. М., д-р біол. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Цапко Ю. Л., д-р біол. наук, с.н.с., ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського НААН»;

Чаплигіна А. Б., д-р біол. наук, проф., Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди;

Шабанов Д. А., д-р біол. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Шкаруба А., д-р філософії, Естонський університет наук про життя, Естонія.

Адреса редакційної колегії: 61022, Харків, майдан Свободи, 6, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, навчально-науковий інститут екології, кімн. 473а

тел. (057)707-53-86, 705-09-66, 707-56-36,

e-mail: visnykecology@karazin.ua

Web-pages: <http://periodicals.karazin.ua/ecology> (OJS)

Статті пройшли подвійне «сліпе» рецензування. Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за підбір, точність наведених фактів, власних імен тощо.

Ідентифікатор медіа у Реєстрі суб'єктів у сфері медіа: R30-04448

(Рішення № 1538 від 09.05.2024 р Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення.

Протокол № 15)

© Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, оформлення, 2024

Founder and publisher
V.N. Karazin Kharkiv National University
of the Ministry of Education and Science of Ukraine

Journal is a Professional publication (category B) on **geographical** (specialties 101, 103)
and **biological sciences** (specialties 091, 101)
Registration at the DAC of Ukraine: Order of the Ministry of Education and Culture of Ukraine
dated March 17, 2020 No. 409
Established in 2005
Published 2 times a year

UDC 502/504+911+57

The journal provides the results of theoretical and applied research in the fields of ecology, geography, biology, environmental safety, environmental protection and sustainable use of nature. Priority is given to finding new ways for solution of existing environmental problems and identification of the best international practices, as well as issues of environmental management, medical-environmental researches, innovative research in biotechnology, biochemistry, human ecology, plant and animal physiology, constructive geography, ecology and sustainable environmental management. The issues of development and methodological researches in national higher education in geographic, biological and environmental sciences are presented.

For scientists and specialists-ecologists, biologists, geographers, as well as for teachers, graduate students, masters and students of higher educational establishments of Ukraine and other countries without any restrictions

Approved for printing by the decision of the Academic Council of V.N. Karazin Kharkiv National University
(Minutes Nr 24, dated November 25, 2024)

Editor-in-chief: **Krainiukov O. M.**, DSc (Geography), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Deputy Editor: **Titenko G. V.**, PhD (Geography), Assoc. Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Executive Editor: **Kryvytska, I. A.**, PhD (Biology), Assoc. Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Technical Editor: **Baskakova L. V.**, V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine.

THE EDITORIAL BOARD

Biedunkova O. O., DSc (Biology), Prof., National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine;
Boyko S., PhD, Forest Culture Center in Goluchow, Poland;
Gavardashvili G., DSc (Technical Sciences), Prof., Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, Georgia;
Edirippulige S., DSc (Geography), University of Queensland, Australia;
Zholtkevych G. M., DSc (Technical Sciences), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Krivtsov V., PhD, University of Edinburgh, United Kingdom;
Kulbachko Y. L., DSc (Biology), Prof., Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine;
Kucher A. V., DSc (Economy), National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after A.N. Sokolovsky", Ukraine;
Maksymenko N. V., DSc (Geography), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Nachtnebel H.-P., DSc (Technical Sciences), Prof., University of Natural Resources and Life Sciences, Austria;
Nekos A. N., DSc (Geography), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Rychak N. L., PhD (Geography), Assoc. Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Safranov T. A., DSc (Geology and Mineralogy), Prof., Odessa State Environmental University, Ukraine;
Strashnyuk V. Y., DSc (Biology), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Utevska O. M., DSc (Biology), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Tsapko Y. L., DSc (Biology), Prof., National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after A.N. Sokolovsky", Ukraine;
Chaplygina A. B., DSc (Biology), Prof., H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Ukraine;
Shabanov D. A., DSc (Biology), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Shkaruba A., PhD, Estonian University of Life Sciences, Estonia.

Editorial Board Address: 6 Svobody Sq., 61022, Kharkiv, V.N. Karazin Kharkiv National University,
The Karazin Institute of Environmental Sciences, office 473a
tel. (057) 707-53-86, 705-09-66, 707-56-36, e-mail: visnykecology@karazin.ua

Web-pages: <http://periodicals.karazin.ua/ecology> (OJS)

Double-blind peer review was conducted. The authors of the published materials are solely responsible for the selection, accuracy of the facts, proper names, etc.

Media identifier in the Register of the field of Media Entities: R30-04448
(Decision № 1538 dated May 9, 2024 of the National Council of Television and Radio Broadcasting of Ukraine,
Protocol № 15)

© V.N. Karazin Kharkiv National University, design, 2024

ЗМІСТ

ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

Шихалєєва Г. М., Кірюшкіна Г. М., Юрченко Ю. Ю. Дослідження фотосинтетичних пігментів в гіпергалинному Куяльницькому лимані та його припливах (Україна, Північно-західне Причорномор'я).....	6
--	---

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Безсонний В. Л., Некос А. Н., Гололобова О. О. Оцінка екологічного ризику забруднення ґрунтів важкими металами.....	20
---	----

БІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Літвін Л. М., Чаплигіна А. Б. Екологія розмноження очеретянки великої (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>) в умовах дренажного каналу Полтавського гірничо-збагачувального комбінату.....	35
Іваненко Є. І. Аналіз випадків появи лося (<i>Alces alces</i>) у перетвореному середовищі м. Києва.....	44

ХРОНІКА

Максименко Н. В. Ювілейні XX Всеукраїнські наукові Таліївські читання – зустріч однодумців.....	58
Правила для авторів.....	63

CONTENTS

ECOLOGICAL RESEARCHES OF GEOSYSTEM

Shykhaleyeva G. M., Kiryushkina G. M., Yurchenko Yu. Yu. Study of photosynthetic pigments in the hyperhaline Kuyalnik Estuary and its inflows (Ukraine, North-Western Black Sea region).....	6
---	---

ENVIRONMENTAL ECOLOGICAL SAFETY

Bezsonnyi V. L., Nekos A. N., Gololobova O. O. Assessment of ecological risk of soil contamination by heavy metals.....	20
---	----

BIOLOGICAL RESEARCH

Litvin L. M., Chaplygina A. B. Reproductive ecology of the great reed warbler (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>) in the conditions of the drainage canal of the Poltava mining and processing plant.....	35
Ivanenko E. I. Analysis of cases of moose (<i>Alces alces</i>) occurrence in the transformed environment of Kyiv.....	44

CHRONICLE

Maksymenko, N. V. The jubilee XX All-Ukrainian scientific Taliyev readings – a meeting of like-minded people.....	58
Instructions for Authors.....	63

ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-31-01>

UDC (УДК): 581.132.1:551.501+574.5(477.7)

G. M. SHYKHALEYEVA¹, PhD (Chemistry),

Leading Researcher of the Environmental Monitoring Department

e-mail: i.l.monitoring@ukr.net ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-1475-4415>

G. M. KIRYUSHKINA¹,

Senior Researcher of the Environmental Monitoring Department

e-mail: i.l.monitoring@ukr.net ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-4445-9879>

Yu. Yu. YURCHENKO¹, PhD (Biology),

Senior Researcher of the Environmental Monitoring Department

e-mail: sscu@ukr.net ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-1132-052X>

¹ Physical-Chemical Institute for Human Health and Environment Protection
of the I. I. Mechnikov Odessa National University,
18, Preobrazhenska Str., Odesa, 65082, Ukraine

STUDY OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN THE HYPERHALINE KUYALNIK ESTUARY AND ITS INFLOWS (UKRAINE, NORTH-WESTERN BLACK SEA REGION)

Purpose. To investigate the interannual and intraannual analysis of the content of chlorophyll "a", "b", "c" and pheophytin in the Kuyalnik estuary (KE) and its tides for the period 2008-2012, to evaluate the spatial distribution of chlorophyll "a" in the water area of the estuary in different seasons year and reveal the connection of the specified characteristics with the abiotic factors of the environment.

Methods. Hydrochemical, biological and static analyses. The original geo-informational database of comprehensive monitoring of the KE basin was used.

Results. According to the results of generalization, analysis and systematization of the experimental studies materials of the photosynthetic pigments content (chlorophylls 'a', 'b', 'c') and pheophytin (the primary product of chlorophyll decomposition) in the surface waters of the hyperhaline Kuyalnik Estuary (KE) and its main water inflows (Velykyi Kuyalnyk river, drainage channels from the Peresyp and Korsuntsivsky ponds) during the period of low water content in the estuary (2008-2012) the interannual and intraannual distribution of pigment content is presented, their ratio in the specified water bodies and the spatial distribution of chlorophyll "a" content in the water area of KE in different seasons of the year are evaluated. It has been revealed that in the periods of low water content in KE and high salinization of its waters production activity is insignificant, but it does not stop. Adaptive mechanisms of algal communities in relation to extreme conditions of KE (salinization, decreasing of water level and increase of water temperature, decreasing of freshwater inflow) are expressed in an increase in the share of auxiliary pigments (chlorophylls "b" and "c"). The obtained ratios of pigments indicate mainly the dominance of diatom algae in all water bodies of the basin during the research period. A correlation analysis of the relationships between the concentrations of chlorophylls "a", "b", "c", concentrations of different chlorophylls and pheophytin and between chlorophyll "a" and the main abiotic factors of the environment (temperature, pH, dissolved oxygen in water, BOD₅, COD, ammonium nitrogen and phosphorus phosphate) were carried out.

Conclusions. The results of the study of the pigment fund Cl indicate that the characteristics of the content of photosynthetic pigments and their ratio can be used as integral characteristics of the productivity and ecological state of water bodies.

KEY WORDS: *chlorophylls "a", "b", "c", pheophytin, ratio, Kuyalnyk Estuary, inflows, abiotic factor, interannual dynamics, intraannual dynamics, spatial distribution*

Як цитувати: Шихалєєва Г. М., Кірюшкіна Г. М., Юрченко Ю. Ю. Дослідження фотосинтетичних пігментів в гіпергалинному Куяльницькому лимані та його припливах (Україна, Північно-західне Причорномор'я). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2024. Вип. 31. С. 6 – 19. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-31-01>

© Shykhaleyeva G. M., Kiryushkina G. M., Yurchenko Yu. Yu., 2024



This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

In cites: Shykhaleeva G. M., Kiryushkina G. M., & Yurchenko Yu. Yu. (2024). Study of photosynthetic pigments in the hyperhaline Kuyalnik Estuary and its inflows (Ukraine, north-western Black sea region). *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series Ecology*, (31), 6-19. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-31-01>

Introduction

An important problem of the XXI century is the global warming and, as a result, salinization and drying of water bodies, salinization and desertification of territories, as a result of which there is a serious threat of biodiversity reducing [1-5]. As the consequence is the increasing of the relevance of studying the issues of plant resistance to extreme environmental factors.

The concentrations and ratios of plant pigments, in particular chlorophyll "a", as the main green photosynthetic pigment in the aquatic environment (phytoplankton, seston) and auxiliary light-harvesting pigments (chlorophylls "b" and "c") are important integral characteristics of the quantitative development and physiological state of algoflora communities, their systematic affiliation, reflect the capacity for production opportunities, allow to judge the degree of trophicity and the ecological state of water bodies [6-18]. The presence of chlorophyll "b" determines the development of small flagellated green algae, the massive development of blue-green algae was due to the increased content of chlorophyll "a" [16, 18].

In general, the ratio of chlorophyll "a" to chlorophyll "b" is an important indicator that characterizes the relationship between the plant and the environment [16-18]. It is important to

consider that the level and ratio of pigments can be influenced by both abiotic and biotic factors. Data on pheophytin content play an important role in characterizing the physiological state too. The ratio of the chlorophyll "a" content to the content of pheophytin ($Ca/Cph < 1$) indicates the death and decomposition of algae [16, 18, 19].

Actually, data on the chlorophyll "a" concentration in the water of the hyperhaline Kuyalnik Estuary (KE) are extremely limited [19], and information on the pigments content in its main inflows (Velykyi Kuyalnik river, Peresypski and Korsuntsivski ponds [20]) was not available in the literature.

In this regard, this work presents a spatial-temporal analysis of the photosynthetic pigments (chlorophylls "a", "b", "c") content and the primary product of chlorophyll decomposition – pheophytin in the KE and its inflows in the period 2008-2012, and based on the results of monitoring materials summarizing of the KE ecosystem, an analysis of the relationship between the specified characteristics and the interdependence of the chlorophyll "a" content, on one hand, and the main hydrological and hydrochemical characteristics, on the other hand, was carried out.

Materials and methods

The analysis was carried out on the basis of original materials collected during 2008-2012 years in the water of the KE at stations of permanent integrated monitoring in the southern part of the water area – lower reaches (stations of observations 5, 6k, 8, 9k), the central part (stations 3, 4, 12, 13) and the northern part of the estuary – the upper part (st. 14) and in the main inflows – the Velykyi Kuyalnik river, Peresypski (st. 9) and Korsuntsivski (st. 6) ponds.

The map-scheme of the observation stations of photosynthetic pigments in the surface waters location in the KE basin is presented on Fig. 1.

The coordinates of the observation stations were determined using GPS navigator.

The content of phytoplankton algae pigments was determined by a standard spectro-

photometric method [21] using spectrophotometer ULAB 102.

Water for hydrochemical analysis and determination of pigment content was collected in plastic bottles usually at a distance of 1,5-50 m from the shore at a depth 0,2-0,5 m.

Hydrochemical analysis and determination of pigments (chlorophyll "a", chlorophyll "b", chlorophyll "c" and pheophytin) were carried out in the "Monitoring" testing laboratory of the Physical-Chemical Institute of the Environment and Human Protection of the Ministry of Education and Science of Ukraine and the National Academy of Sciences of Ukraine (the laboratory is certified for the right to conduct measurements in the field of distribution of state metrological supervision; St. No.: 504/2007

dated 04/13/2007, RO-409/2010 dated 07/12/2010, RO-066/2014 dated 04/14/2014).

Water temperature was measured using a TL-4 glass thermometer with the scale of 0,1°C, pH – using a self-powered pH meter pH-150 MI at the time of sampling.

In total, during the research period 49 samples were taken and analyzed for the content of photosynthetic pigments in the surface waters of the estuary basin – 36 in the KE and 13 in its inflows.

Simultaneously with pigments concentration measurements the hydrochemical indicators (temperature, pH, salinity, dissolved oxygen, BOD₅, COD, ammonium nitrogen, phosphate

phosphorus) were measured in all named water bodies.

To study the relationship between the specified parameters a correlation analysis (r) according to Pearson was performed with a significance of $P = 0,05$.

The content of chlorophylls "a", "b", "c" in the specified water bodies of the KE basin in the period 2008-2012 years was determined mainly during the vegetation season from April to November. In February and April 2009 and November 2010 pheophytin was also determined at observation stations 5, 8, and 12 in the KE water area.



Fig. 1 – Location of photosynthetic pigments monitoring stations in the water area of the Kuyalnyk Estuary and its water inflows.

(based on the vector map of Odesa region M 1:50 000, CJSC “ECOMM Co”)

Results and discussion

A feature of hyperhaline KE is the significant variability of the water regime. It is charac-

terized by quick fluctuations in water level and salinity. That was during the period of photosyn-

thetic pigments research in the summer-autumn period of 2008-2012 the absolute values of water salinity at photosynthetic pigments monitoring stations ranged from 194 to 373‰, the average annual – in the range of 222-289‰.

At the same time, in the first decade of the XXI century a decrease in the morphometric indicators of the KE was recorded - twice on the water surface area. Also it was observed an almost tenfold reduction of channel runoff (river runoff – Velykyi Kuyalnyk, Doldoka, Kubanka rivers, "pond runoff" – the inflow from the Peresypski and Korsuntsivsky ponds) and the switching mainly to the type of water nutrition due to atmospheric precipitation [20]. Moreover, in May–September 2014 the water salinity varied within extremely narrow limits – 303–323‰. In order to stop the large-scale degradation processes of the KE ecosystem, it was made decision to fulfill the estuary with sea water starting from December 2014, in the winter-spring period. Sea water was supplied from the Odesa Bay through the pipeline to the southern part of estuary (about 10 million m³ annually).

The transportation of sea water from the Odesa Bay that has taken place in recent years did not stop, but only slowed down the process of the KE drying. As a result, ~800,000 tons of salt entering the estuary with seawater did not possible to reach a level of water salinity favorable for the development of biota – the main producer of the organic matters of medicinal peloids [20, 22].

In the summer seasons of 2015–2016 water salinity in the estuary water area varied within 230–381‰, in autumn – within 283–320‰, reaching 417–448‰ in the shallow waters of the northern part.

The average air temperature for the spring season of the specified period fluctuated in the range of 10,2-11,7°C. The warmest was the spring season of 2012, the average monthly temperature in May reached 19,4°C. In summer the highest average monthly air temperatures were characteristic for August 2010 (26,2°C) and July 2012 (25,7°C). The average air temperature in the autumn period of 2010 was 13,2°C, in 2012 – 14,3°C. The warmest autumn month during the research period was September 2012.

The average annual air temperature during this period varied in the range of 11,7-12°C and exceeded the climatic norm (10,6°C).

The average annual precipitation amounts in 2008-2009 were lower than the climatic norm, in 2010 and 2012 they exceeded the climatic norm and amounted to 742 mm and 526 mm respectively. Recent years were dry.

Under these conditions the species diversity of the algae species observed in different years differed greatly. The most diverse algal flora of KE was represented in the period of high water content in the estuary (2004–2006) along the water salinity gradient of 49,9–153,9‰ – 90 species (69 diatoms, 16 blue-green and 4 green algae). In 2005–2006 the number of algae species ranged from 55 to 58 during the period of low water level in 2008–2018 from 2 to 12 [20].

Our calculations indicate the existence of a relationship between water salinity and the number of algae taxa that appear under these conditions. The relationship between these indicators was inverse, and at the level of average strength ($r = -0,57$, $R^2 = 0,95$). *Rhoicosphenia abbreviata*, *Tabularia tabulata*, *Cylindrotheca closterium*, *Surirella striatula* Turpin, *Spirulina meneghiniana*, *Achnanthes brevipes*, *Staurophora salina*, *Dunaliella salina* were noted among the species with the highest physiological adaptability and rapid response to changes in the physical and chemical conditions of the environment. The last of the mentioned species turned out to be the most labile. It occurred in the water ecotopes of the KE basin in the salinity range of 5–345‰. During the period of seawater supply the number of species increased slightly due to the genera *Chaetoceros* and *Coscinodiscus*, etc. [20].

The results of photosynthetic pigments studies in the KE water and its main inflows are presented in Table 1, hydrochemical analysis of reservoir waters at monitoring stations – in Table 2. Investigating the concentrations of chlorophylls ("a", "b", "c") in the KE water area during 2008-2012 pp. we received the significant array of data that testify to a wide range of their indicators: chlorophyll "a" – from 0,09 µg/dm³ to 11,83 µg/dm³, chlorophyll "b" – from 0,21 µg/dm³ to 8,66 µg/dm³, chlorophyll "c" – from 0,86 µg/dm³ to 15,95 µg/dm³ (Table 1).

In the water inflows of KE the content of chlorophylls "a", "b" and "c" varied within the following limits: the Velykyi Kuyalnyk river — 0,26-12,5 µg/dm³, 0,10-0,55 µg/dm³ and 1,11 - 2,03 µg/dm³ respectively; Peresypski ponds — 0,29-2,30 µg/dm³, 0,59-2,38 µg/dm³ and 2,45-8,44 µg/dm³ respectively; Korsuntsivsky ponds — 0,48-2,63 µg/dm³, 1,40-5,02 µg/dm³ and 7,0-15,20 µg/dm³ respectively.

By our opinion the significant variability of microalgae communities' photosynthetic pigments concentrations of the shallow KE is related to dynamic changes in its abiotic conditions under the influence of climatic and anthropogenic factors.

Table 1

The pigment content in the KE and its water inflows in the period 2008-2012

Sampling date	Water body (for KE № of the observation station)	Pigments concentration, $\mu\text{g}/\text{dm}^3$			
		Chlorophyll «a»	Chlorophyll «b»	Chlorophyll «c»	Pheophytin
13.05.2008	Velykyi Kuyalnyk river	0,60	0,55	2,03	-
	KE, st. 12	1,21	1,46	5,95	-
	KE, st. 14	1,20	1,46	5,95	-
	KE, st. 5	1,30	2,37	8,90	-
	KE, st. 3	0,34	-	-	-
	KE, st. 4	0,34	-	-	-
	KE, st. 6к	0,34	-	-	-
	KE, st. 9к	10,44	-	-	-
	Korsuntsivsky ponds, st. 6	0,48	1,40	7,0	-
15.08.2008	Peresyp ponds, st. 9	2,30	1,12	3,30	-
	KE, st. 5	3,43	3,38	8,94	-
	KE, st. 12	0,50	0,79	1,90	-
02.09.2008	KE, st. 14	0,49	0,79	1,90	-
	Korsuntsivsky ponds, st. 6	1,66	5,02	7,96	-
	KE, st. 5	2,75	1,80	4,96	-
24.10.2008	KE, st. 12	3,11	2,79	8,16	-
	KE, st. 14	2,84	2,79	8,16	-
	KE, st. 5	3,82	2,05	14,6	2,35
22.02.2009	KE, st. 8	10,62	5,22	7,1	15,9
05.04.2009	KE, st. 5	2,23	0,71	-	3,38
	KE, st. 4	3,69	4,54	15,95	14,15
	Korsuntsivsky ponds, st. 6	2,63	4,60	15,20	-
	Peresyp ponds, st. 9	1,48	2,38	8,44	3,64
23.04.2009	KE, st. 12	0,18	-	-	1,16
	Peresyp ponds, st. 9	0,29	-	-	1,01
23.05.2009	KE, st. 14	1,20	-	-	-
03.06.2009	Velykyi Kuyalnyk river	1,31	0,1	1,13	1,85
02.07.2009	KE, st. 5	1,55	3,03	-	-
14.07.2009	KE, st. 3	1,96	8,66	-	-
	KE, st. 14	0,49	-	-	-
29.09.2010	KE, st. 13	0,09	0,21	1,27	-
	Peresyp ponds, st. 9	0,46	0,59	2,45	-
14.10.2010	KE, st. 12	0,21	0,22	-	-
	KE, st. 8	0,33	0,55	0,86	0,05
26.11.2010	KE, st. 9к	0,55	0,49	1,38	0,58
05.11.2010	KE, st. 5	1,0	0,44	1,0	1,75
12.11.2010	Velykyi Kuyalnyk river	0,26	0,39	1,11	0,17
25.04.2012	KE, st. 5	4,4	-	-	-
	KE, st. 12	11,83	-	-	-
	KE, st. 14	8,42	-	-	-
14.06.2012	KE, st. 14	1,62	-	-	-
12.10.2012	KE, st. 12	1,72	-	-	-
16.10.2012	KE, st. 9к	0,92	-	-	-
18.10.2012	KE, st. 5	1,39	-	-	-
	KE, st. 8	1,16	-	-	-

Table 2

**The main physical and chemical parameters of the KE and its water inflows
in the period 2008-2012**

Sampling date	Water body (for KE № of the observation station)	Dissolved oxygen, mg O ₂ /dm ³	Biochemical oxygen demand (BOD ₅), mg O ₂ /dm ³	Chemical oxygen demand (COD), mg O ₂ /dm ³	Temperature, °C	Salinity S, ‰	pH	NH ₄ ⁺ , mg N /dm ³	PO ₄ ³⁻ , mg P /dm ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13.05.2008	Velykyi Kuyalnyk river	5,39	23,6	46,7	17	2,1	7,97	43,1	0,063
	KE, st. 12	3,13	32,9	488	23	207	7,50	24,3	0,135
	KE, st. 14	4,52	37,3	402	26	253	7,48	29,4	0,073
	KE, st. 5	5,80	29,2	231	22	206	7,83	33,2	0,079
13.05.2008	KE, st. 3	5,56	46,3	548	22	212	7,42	18,17	0,17
	KE, st. 4	5,39	42,3	443	23	208	7,45	34,12	0,15
	KE, st. 6к	4,87	32,9	242	23	200	7,71	38,52	1,31
	KE, st. 9к	5,39	23,6	176	23	201	7,56	55,36	0,19
	Korsuntsivsky ponds, st. 6	16,35	20,9	45,3	22	1,1	7,09	0,13	0,079
	Peresyp ponds, st. 9	17,74	7,7	15,1	16	2,3	7,80	0,13	0,294
15.08.2008	KE, st. 5	5,57	34,9	432	32	266	7,04	61,1	0,050
	KE, st. 12	4,0	43,4	368	33	298	7,18	15,7	0,079
	KE, st. 14	2,09	42,5	727	35	341	6,97	-	0,155
02.09.2008	Korsuntsivsky ponds, st. 6	4,87	32,9	-	24	1,1	7,99	29,96	0,432
24.10.2008	KE, st. 5	5,57	34,9	452	14	194	7,70	61,14	0,049
	KE, st. 12	4,00	21,2	599	15	254	7,93	15,66	0,053
24.10.2008	KE, st. 14	3,65	31,8	361	17	267	7,42	8,32	0,155
22.02.2009	KE, st. 5	6,80	2,90	-	2	196	7,54	2,90	0,033
24.02.2009	KE, st. 8	9,40	5,00	-	2	115	7,54	1,17	0,039
05.04.2009	KE, st. 5	7,35	27,8	272	15,3	206	7,41	13,51	0,026
05.04.2009	KE, st. 4	-	-	-	15	-	-	-	-
	Korsuntsivsky ponds, st. 6	16,3	5,04	10,3	13	0,96	8,23	5,09	0,013
	Peresyp ponds, st. 9	14,80	3,1	6,3	13	2,2	7,61	0,039	0,139
23.04.2009	KE, st. 12	9,96	24,5	333	14	215	7,42	9,102	0,043
	Peresyp ponds, st. 9	-	-	-	7,5	1,8	-	-	-
23.05.2009	KE, st. 14	4,52	37,3	402	20	253	7,29	29,36	0,073
03.06.2009	Velykyi Kuyalnyk river	15,3	22,4	47	21	2,6	7,73	1,08	0,056
02.07.2009	KE, st. 5	-	-	699	25	235	7,42	9,58	0,129
14.07.2009	KE, st. 3	-	-	538	22	265	7,19	21,46	0,132
	KE, st. 14	3,65		555	35	299	6,96	12,36	0,459
29.09.2010	KE, st. 13	4,50	26,3	372	25	299	7,57	26,55	0,152
	Peresyp ponds, st. 9	17,70	6,4	11	17	1,1	7,93	0,436	1,874
14.10.2010	KE, st. 12	3,70	21,7	181	12,5	281	7,67	12,82	0,079
	KE, st. 8	4,80	24,1	350	15	266	7,63	11,63	0,224
05.11.2010	KE, st. 5	2,50	22,8	290	-	280	7,58	41,65	0,492
12.11.2010	Velykyi Kuyalnyk river	3,80	10,2	12,8	-	1,3	7,83	0,179	2,188

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26.11.2010	KE, st. 9к	4,20	22,7	502	12	266	7,67	15,43	0,673
25.04.2012	KE, st. 5	-	-	-	25	-	7,34	-	-
	KE, st. 12	3,96	-	-	25	302	7,30	-	-
	KE, st. 14	4,77	-	-	29	341	7,30	-	-
14.06.2012	KE, st. 14	-	-	-	40	373	6,70	73,19	-
12.10.2012	KE, st. 12	-	-	-	19	259	7,65	45,08	-
16.10.2012	KE, st. 9к	-	-	-	23	351	7,63	42,14	-
18.10.2012	KE, st. 5	-	-	-	15	141	8,16	14,29	-
	KE, st. 8	-	-	-	19	368	7,56	18,69	-

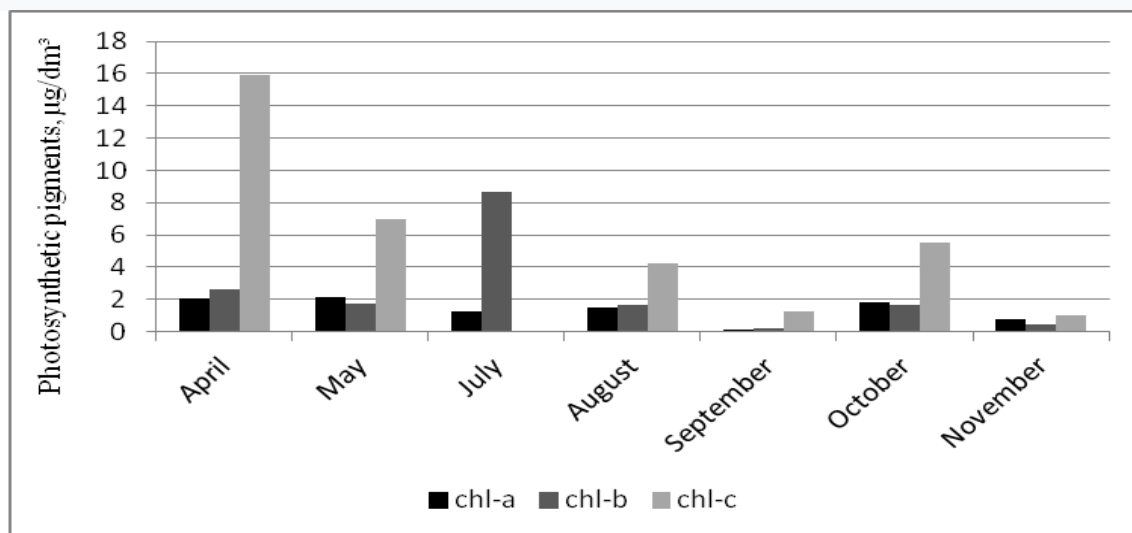


Fig. 2 – Intra-annual changes of chlorophylls "a", "b", "c" concentrations in the Kuyalnyk Estuary (according to averaged data in the period 2008-2010).

The dynamics of synchronous seasonal changes in the chlorophylls "a", "b", "c" content in KE in the period 2008-2010 is presented in Fig. 2. In general, increased concentrations of chlorophyll were observed in the spring, early summer, and mid-autumn (Fig. 2) and corresponded to the seasonal trend in the number and biomass of algae [22].

It should be noted that the presence of chlorophyll "b" indicates the development of the flagellated green algae in the research area, but the chlorophyll "c" – the diatom algae [23]. Thus, the composition of photosynthetic pig-

ments is largely determined by the systematic affiliation of algae (Table 3).

It should be noted that the part of chlorophyll "c" dominates during all seasons of 2008-2010, which indicates a decrease in photosynthetic activity during the period of the estuary salinization, as also indicated by the degradation of algocenosis [20, 22]. In this case the adaptive mechanisms of algocenosis are expressed in the growth of the auxiliary photosynthetic pigments "b" and "c" role.

In the KE water area the maximum concentrations of chlorophyll "b" (8,66 µg/dm³)

Table 3

The content of photosynthetic pigments with different ratios of microalgae groups in the KE in May 2008 (based on averaged data)

Bacillariophyta	Cyanophyta	Chlorophyta	Chlorophyll «a»	Chlorophyll «b»	Chlorophyll «c»	Σ chlorophyll
%			µg/dm³			
75	17	8	2,2	1,8	6,9	10,9

were observed in July 2009, the minimum (0,21-0,22 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) in September-October 2010. The maximum concentrations of chlorophyll "c" (14,60-15,95 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) were recorded in the winter-spring period of 2009, the minimum (0,86-1,0 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) – in October-November 2010.

During this period an increased amount of additional pigments (chlorophylls "b" and "c") was revealed in the waters of high salinity. The percentage of chlorophyll "b" were 10-31,6% of the total amount, chlorophyll "c" – 30,9-71,3%. At the same time, in almost all years and seasons the importance of chlorophyll "c" in the pigment deposits observed.

It was the evidence that the main mass of the algocenosis of the KE was mainly composed by diatom algae due to the periods of extremely high salinity of water (close to 300‰ and higher when in the water area of the estuary dominated mainly the green flagella and the *Dunaliella Salina Teod.* that had been confirmed by the results of the algal flora is monitoring maintained in the same time [20, 22, 23].

The ratio of chlorophyll "c" to "a" in the KE varied during that period from 0,67 to 6,85. The increase in the ratio is probably associated with a faster decomposition of chlorophyll "a" compared to chlorophyll "c" [16-19], which allows us to judge about the physiological state of phytoplankton. The ratio of the chlorophyll "a" to chlorophyll "b" concentration, which characterizes the potential photosynthetic activity of microalgae (the higher the ratio – the higher the activity), fluctuated in the KE water area in the range of 0,23-3,14 and in almost 53% of cases did not exceed 1, that indicates the low potential photosynthetic activity of algocenosis in conditions of low water content in the estuary and high water salinity.

Another important indicator of the microalgae communities physiological state is the pheophytin content [16, 18]. As we mentioned above, when the ratio of the chlorophyll "a" content to pheophytin is < 1 , algae decomposition processes dominate in the water body. The proportion of pheophytin less than 40% of the total pigments amount corresponds to the active state of phytoplankton, an increase in the proportion of pheophytin to 40-65% already indicates a suppressed state of communities with reduced physiological activity and low production potential, and with a proportion of $> 65\%$, algae cells no longer have the necessary photosynthesis potential [14, 16, 17, 18].

According to the data of experimental studies in the winter-spring period of 2009 and

autumn of 2010 the part of pheophytin in the water area of KE during this period fluctuated in the range of 2,87-69,30%. At the same time, in October-November 2010 the share of pheophytin varied from 2,87 to 23,78% that corresponds to high production potential and the winter-spring period of 2009 was characterized mainly by a decrease in production potential. During this period the processes of destruction of microalgae communities dominated, that was also confirmed by algofloristic research data [20, 22, 23].

In 2015 and 2016 according to the authors [19] after filling the estuary in winter and spring periods with sea water from the Odesa Bay the concentration of chlorophyll "a" increased slightly and ranged from 1,1 to 57,6 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, and the pheophytin - from 1,0 to 38,4 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. The maxima of chlorophyll "a" were observed in April ($> 25 \mu\text{g}/\text{dm}^3$) and were characteristic for hypertrophic water bodies. The analysis of the ratio of the pheophytin to chlorophyll "a" concentration shown that in 2015 from July to December and in 2016 from July to November the greatest degradation of microalgae communities was noted.

It should also be noted that in the spring of 2015-2016 we observed the blooming of *Dunaliella salina* in the southern part of the estuary water area, that is also indicated by the increased content of chlorophyll "a".

The correlation analysis of photosynthetic pigment relationships showed that the closest positive relationship was observed between the concentrations of chlorophyll "a" and chlorophyll "b" ($r = 0,535$). The correlation between the concentrations of chlorophylls "a" and "c" was 0,467, and between chlorophylls "b" and "c" – 0,698. The correlation coefficient between the concentrations of pheophytin and chlorophylls "a" and "b" was 0,837 and 0,967 respectively.

The time changes of chlorophyll "a" concentration in many respects repeats changes in water temperature and salinity. In April-May along with the warming and lowering of water salinity (and as the result increase in the photosynthesis intensity) the concentration of chlorophyll "a" also increases (Table 1).

Suppression of the algal flora development in the KE is already observed at a salinity of 200‰ [20] (Fig. 3).

For the KE the seasonal spatial differences in the chlorophyll "a" concentration are quite typical across the water area (Fig. 4 A, B, C).

Spatial distribution is characterized by spotting, especially in spring (Fig. 4 A). Increased concentrations of chlorophyll "a" were observed in the spring in the southern, central

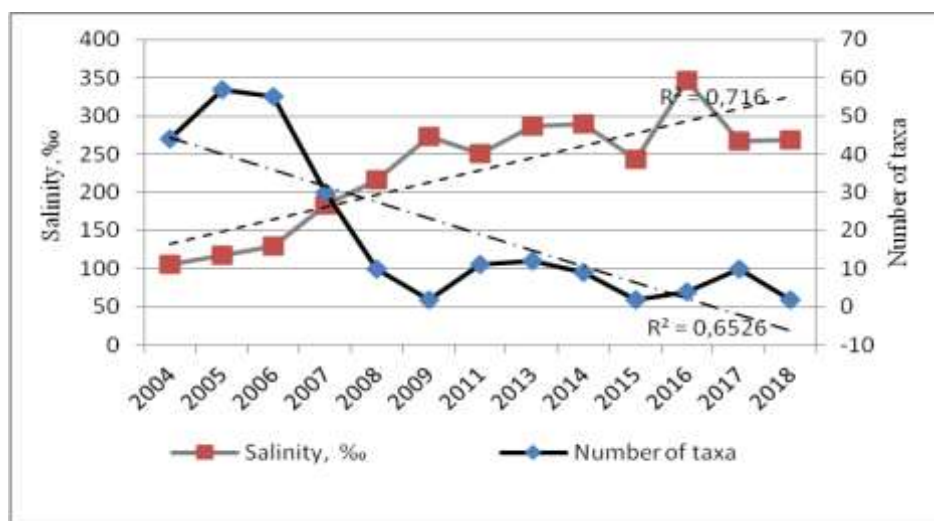


Fig. 3 – Synchronous changes of algae species diversity and water salinity in the KE in 2004–2018 (according to averaged data during the algal flora research period [20])

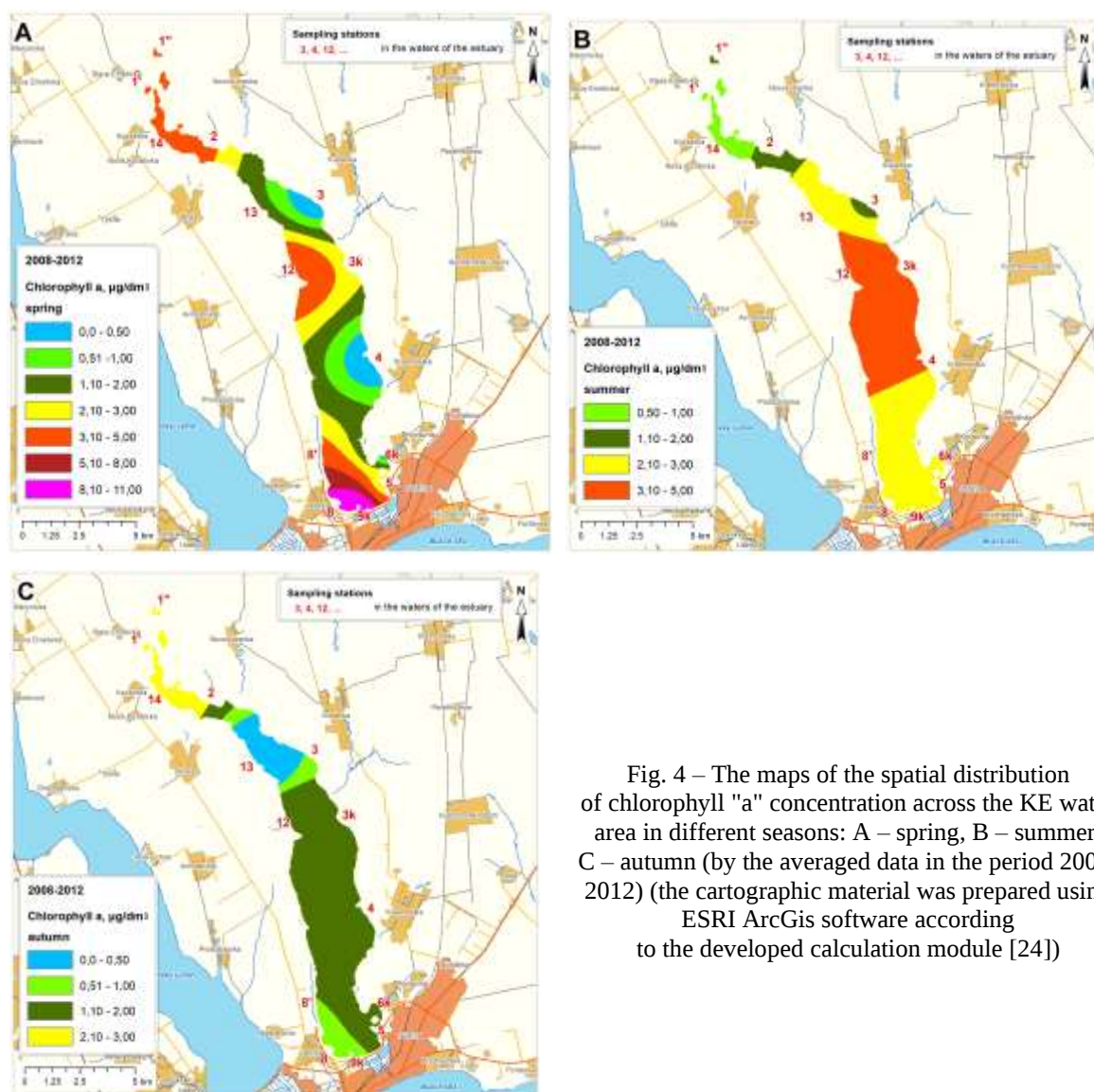


Fig. 4 – The maps of the spatial distribution of chlorophyll "a" concentration across the KE water area in different seasons: A – spring, B – summer, C – autumn (by the averaged data in the period 2008-2012) (the cartographic material was prepared using ESRI ArcGis software according to the developed calculation module [24])

parts of the estuary water area and in the upper part of the estuary, mainly near mouths of river (station 14, 3k), near ponds (stations 9k, 6k) and streams (station 12) enters. In summer the distribution of chlorophyll "a" was more uniform with a maximum in the central part, in autumn an increased content of chlorophyll "a" was observed in the shallow water in the top part of the estuary.

In general, the high content of pheophytin in the KE water area (Table 1) indicates that during the period of the conducted research (2008-2012) there were unfavorable conditions for algocenosis, which is completely consistent with the data of previous research in the first two decades of the 21st century. [20, 22, 23].

The data we obtained show that the content of chlorophyll "a" in the water area of the KE and its main inflows is determined by a complex of abiotic factors: first of all - lighting conditions, temperature, oxygen and salt regimes, and the content of biogenic substances.

Thus, according to the results of research in May 2008 the close direct correlation was registered between the content of chlorophyll "a" in plankton and suspended particles in water of the KE ($r = 0,938$), ammonium nitrogen ($r = 0,811$), silicon soluble in water ($r = 0,808$), dissolved oxygen ($r = 0,588$) and inversely with BOD₅ ($r = -0,715$) and COD ($r = -0,582$). The similar correlations were registered in all seasons of 2008, but of different strength.

In general, the level of the chlorophyll "a" content corresponds to the dynamics of changes in salinity and water temperature (Fig. 5). On the monthly averaging scale the correlation coefficients of the chlorophyll "a" concentration and the salinity and temperature of water of the KE are $-0,37$ and $-0,55$ respectively (at 95% level of significance). When the time scale of averaging increases, the closeness of the correlations increases too.

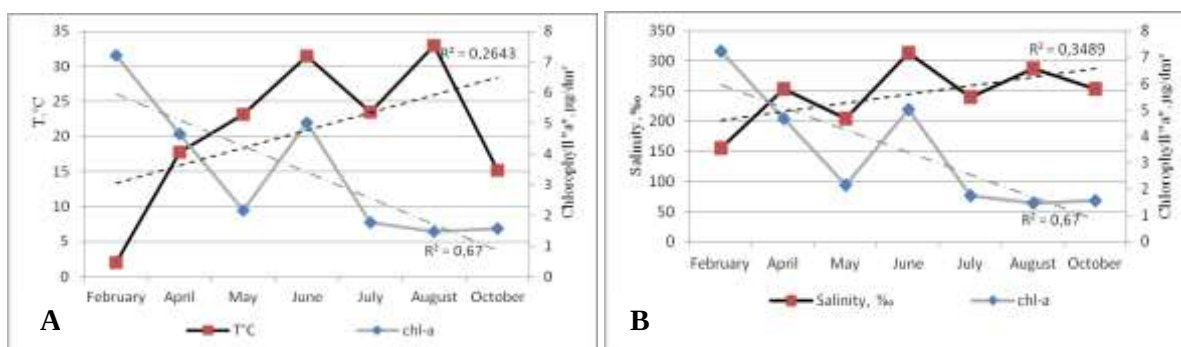


Fig. 5. The dynamics of average monthly changes: A – chlorophyll "a" and water temperature; B – chlorophyll "a" and water salinity of the KE in the period 2008-2012

With seasonal averaging the correlation coefficients were $-0,63$ and $-0,82$ respectively (at the same level of significance). Relatively low values of the chlorophyll "a" content in KE water during the study period were due to high water mineralization, which negatively

affects the development of algal flora [20]. A significant excess of the chlorophyll content in the sum with pheopigments in comparison with the content of chlorophyll "a" in the phytoplankton of the KE indicates unfavorable conditions of existence for algoflora.

Conclusions

As a result of conducted research new data were obtained about the content of photosynthetic pigments (chlorophyll "a", "b", "c") in the KE during the period of low water level (2008-2012) and its main water inflows, and about features of the chlorophyll "a" spatial distribution in different seasons of the year.

The ratio of photosynthetic pigments and their decomposition products in the period

of low water content and high salinity of the KE waters indicate that in such conditions, in most cases, the processes of destruction of microalgae groups dominate over the production processes. The correlation between pigment concentrations is characterized by high correlation coefficients at the level of $0,467$ - $0,698$ in the long-term aspect.

A high correlation is revealed between the main photosynthetic pigment (chlorophyll "a") and its decomposing product pheophytin ($r = 0,837$).

Adaptive mechanisms of microalgae groups in relation to high salinity conditions are expressed in an increase in the proportion of auxiliary pigments relative to chlorophyll "a".

According to the results of correlations between the content of chlorophyll "a" and abiotic factors of the environment for the growth of microalgae communities have been

revealed a number of main indicators (temperature, salinity, oxygen regime and regime of biogenic substances) that significantly affect photosynthetic activity, KE productivity, structure and species composition of algocenosis.

The results of the KE pigment fund study indicate that the characteristics of the content of photosynthetic pigments and their ratio can be used to identify periods and zones of disturbance of ecological conditions in the reservoir and are sufficiently informative characteristics of the functioning of the reservoir.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this manuscript. In addition, the ethical issues, including plagiarism, informed consent, misconduct, data fabrication and/or falsification, double publication and/or submission, and redundancies have been completely observed by the authors.

References

1. Didovets, I., Krysanova, V., Hattermann, F. F., López, M. del R. R., Snizhko, S., & Schmied, H. M. (2020). Climate change impact on water availability of main river basins in Ukraine. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 32, 100761. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100761>
2. Wernberg, T., Smale, D. A., Tuya, F., Thomsen, M. S., Langlois, T. J., de Bettignies, T., Bennett, S., & Rousseaux, C. S. (2013). An extreme climatic event alters marine ecosystem structure in a global biodiversity hotspot. *Nature Climate Change*, 3(1), 78-82. <https://doi.org/10.1038/nclimate1627>
3. Ivanyuty, S. P. (Eds.). (2020). *Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsiyi: analit. dopovid'*. K.: NISD. ISBN 966-554-344-2. (In Ukrainian).
4. Muluneh, M.G. (2021). Impact of climate change on biodiversity and food security: a global perspective – a review article. *Agric & Food Secur*, 10 (1), 36. <https://doi.org/10.1186/S40066-021-00318-5>
5. Turney, C., Ausseil, A.G., & Broadhurst, L. (2020). Urgent need for an integrated policy framework for biodiversity loss and climate change. *Nat. Ecol. Evol.*, 4(8), 996. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1242-2>
6. Li, Z.X., Gao, Y., Wang, S., Zhang, K., Lin, Q., Jia, J.J., & Lu, Y. (2022). Lake pigment characteristics and their applicability in reconstructing phytoplankton communities under irregular hydrological regulation in a floodplain lake system. *Journal of Hydrology*, 614, 128575. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128575>
7. Buchaca, T., Kosten, S., Lacerot, G., Mazzeo, N., Kruk, C., Huszar, V.L.M., Lotter, A.F., & Jeppesen, E. (2019). Pigments in surface sediments of South American shallow lakes as an integrative proxy for primary producers and their drivers. *Freshwater Biology*, 64(8), 1437–1452. <https://doi.org/10.1111/fwb.13317>
8. Jiménez, L., Romero-Viana, L., Conde-Porcuna, J. M. & Pérez-Martínez, C. (2015). Sedimentary photosynthetic pigments as indicators of climate and watershed perturbations in an alpine lake in southern Spain. *Limnética*, 34(2), 439-454. <https://doi.org/10.23818/limn.34.33>
9. Jeffrey, S., Wright, S. & Zapata, M. (2011). Microalgal classes and their signature pigments. In S. Roy, C. Llewellyn, E. S. Egeland, & G. Johnsen. (Eds.). *Phytoplankton Pigments: Characterization, Chemotaxonomy, and Applications in Oceanography*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 3–77.
10. Vasenko, O. H., Vernychenko, G. A., & Vernychenko-Tsvetkov, D. Yu. (2018). Photosynthetic pigments of flora as biomarkers of the ecological status of water objects (at example of the Danube lower reaches). *Pytannya bioindykatsiyi ta ekolohiyi*. 23(1), 128-145. <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/1-11>. (In Ukrainian).
11. Parparov, A. (2010). Water Quality Assessment, Trophic Classification and Water Resources Management *Journal of Water Resource and Protection*, 2(10). <https://doi.org/10.4236/jwarp.2010.210108>
12. Makri, S., Lami, A., Lods-Crozet, B., & Loizeau, J.L. (2019). Reconstruction of trophic state shifts over the past 90 years in a eutrophicated lake in western Switzerland, inferred from the sedimentary record of photosynthetic pigments. *J Paleolimnol.*, 61(2), 129–145. <https://doi.org/10.1007/s10933-018-0049-5>
13. Szymczak-Żyła, M., Kowalewska, G., & Louda, J.W. (2011). Chlorophyll-a and derivatives in recent sediments as indicators of productivity and depositional conditions. *Marine Chemistry*, 125(1–4), 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.marchem.2011.02.002>

14. Mineeva, N.M., & Semadeni, I. (2023). Chlorophyll Content and Photosynthetic Activity of Phytoplankton in Reservoirs of the Volga River (Russia). *Phycology*, 3, 368–381. <https://doi.org/10.3390/phycolgy3030024>
15. Mineeva, N. M. (2021). Long-term dynamics of photosynthetic pigments in plankton of a large plains reservoir. *Biosystems Diversity*, 29(1), 10–16. <https://doi:10.15421/01210>
16. Medved', V. O. (2023). Phytoplankton Spectral Pigment Indices in the Lakes of the City of Kyiv. *HydrobJ.*, 59(4), 30-46. <https://doi/10.1615/HydrobJ.v59.i4.30>
17. Boulion, V.V. (2004). Contribution of major groups of autotrophic organisms to primary production of water bodies. *Water Resour.* 2004. V. 31. N 1. P. 92–102. <https://doi:10.1023/B:WARE.0000013579.89883.55>
18. Mineeva, N.M. (2004). Plan Pigments in the Waters of the Volga River Reservoirs. M.: Nauka. (In Russian).
19. Medinets, V.I., Kovalova, N.V., Derezyuk, N.V., Snigirov, S.M., Cherkez, Ye. A., Medinets, S.V., & Gazyetov, Ye. (2017). Biological consequences of Kuyalnik Estuary filling with marine water from Odessa bay. *Man and environment. Issues of neoecology*, (1-2(27)), 35-51. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2017-27-04> (In Ukrainian).
20. Gerasimyuk, V.P., Ennan, A. A.-A, & Shykhaleeva, G.M. (2021). Algae. In P.M. Tsarenko, & A. A.-A. Ennan (Eds.). *Encyclopedia of Kuyalnyk Estuary: in 8 vol. (Vol. 2)*. Kyiv: Osvita Ukraine. (In Ukrainian).
21. Romanenko, V. D. (Eds.) (2006). *Methods of hydroecological research of surface waters*. Kyiv: LOGOS. (In Ukrainian).
22. Ennan, A.A.-A., Shikhaleeva, G.M., Tsarenko, P.M., Kiryushkina, H.M., & Gerasimyuk, V.P. (2023). Seasonal Dynamics of Algoflora Development of the Hyperhaline Kuyalnyk Estuary (North-Western Black Sea Coast, Ukraine). *Int. J. Algae*, 25(3), 223-234. <https://doi:10.1615/InterJAlgae.v25.i3.30>.
23. Shikhaleeva, G.M., Ennan, A.A.-A., Tsarenko, P.M., & Kiryushkina, G.M. (2023). Analysis of the Influence of Abiotic Factors on the Development of Microalgae in the Hyperhaline Kuyalnyk Estuary (Ukraine, the Black Sea Northwestern Coast). *Hydrob. Journal*, 59(5), 3-14. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v59.i5.10>.
24. Sizo, A.V., Shikhaleeva, G.N., & Ennan, A.A. (2012). Methodological aspects of organization of geoinformation support of ecological monitoring and assessment of surface water quality (on the example of Kuyalniksky estuary). *Scientific notes of Taurida National V.I. Vernadsky University series "Geography"*. 24 (63). 100-114.

The article was received by the editors 05.09.2024

The article is recommended for printing 28.10.2024

Г. М. ШИХАЛЄЄВА¹, канд. хім. наук,
провідний науковий співробітник відділу моніторингу навколишнього середовища
e-mail: i.l.monitoring@ukr.net ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-1475-4415>

Г. М. КІРЮШКІНА¹,
старший науковий співробітник відділу моніторингу навколишнього середовища
e-mail: i.l.monitoring@ukr.net ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-4445-9879>

Ю. Ю. ЮРЧЕНКО¹, канд. біол. наук,
старший науковий співробітник відділу моніторингу навколишнього середовища
e-mail: sscu@ukr.net ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-1132-052X>

¹Фізико-хімічний інститут захисту здоров'я людини і довкілля
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
вул. Преображенська, 18, м. Одеса 65082, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПІГМЕНТІВ В ГІПЕРГАЛИННОМУ КУЯЛЬНИЦЬКОМУ ЛИМАНІ ТА ЙОГО ПРИПЛИВАХ (УКРАЇНА, ПІВНІЧНО-ЗАХІДНЕ ПРИЧОРНОМОР'Я)

Мета. Дослідити вміст фотосинтетичних пігментів (хлорофілу «а», «b», «с» і феофітину) у гіпергалінному Куяльницькому лимані (Кл) та основних його припливах в період низької водності лиману (2008-2012 рр.), оцінити динаміку міжрічних та внутрішньорічних концентрацій, їх просторовий розподіл по акваторії Кл та виявити вплив абіотичних чинників водного середовища на зазначені характеристики.

Методи. Гідрохімічні, гідробіологічні методи аналізу, геоінформаційний просторовий аналіз та статистичний аналіз. Використано оригінальну геоінформаційну базу даних комплексного багаторічного (2000-2022 рр.) моніторингу басейну Куяльницького лиману.

Результати. За результатами узагальнення, аналізу та систематизації матеріалів експериментальних досліджень вмісту фотосинтетичних пігментів (хлорофілу «а», «b», «с») і феофітину (первинного продукту розпаду хлорофілу) у поверхневих водах гіпергалінного Куяльницького лиману (Кл) і його основних припливах (р. Великий Куяльник, канали стоків з Пересипських та Корсунцівських ставків) у період низької водності лиману (2008-2012 рр.) представлено міжрічний та внутрішньорічний розподіл вмісту пігментів, оцінено їх співвідношення в зазначених водних об'єктах та просторовий розподіл вмісту хлорофілу «а» по акваторії Кл в різні сезони року. Встановлено, що в періоди низької водності Кл та осолонення його вод продукційна діяльність незначна, але вона не припиняється. Адаптивні механізми водоростевих угруповань щодо екстремальних умов Кл (осолонення, обміління, підвищення температури води, скорочення притоку прісних вод) виражаються в збільшенні долі допоміжних пігментів (хлорофілів «b» і «с»). Отримані співвідношення пігментів вказують в основному на домінування водоростей відділу діатомових у всіх водних об'єктах басейну протягом періоду досліджень. Проведено кореляційний аналіз взаємозв'язків між концентраціями хлорофілів а, b, с; концентраціями окремих хлорофілів і феофітину та між хлорофілом «а» і основними абіотичними чинниками середовища (температура, рН, розчинений у воді кисень, БСК₅, ХСК, азот амонійний, фосфор фосфатний, кремній розчинний). Результати досліджень свідчать про низьку фотосинтетичну діяльність водоростей Кл та переважання процесів деструкції в період низької водності та осолонення лиману.

Висновки. На підставі даних багаторічних спостережень досліджено зв'язки між вмістом хлорофілу «а» і абіотичними чинниками середовища зростання угруповань мікроводоростей та виділено ряд основних показників (температура, солоність, кисневий режим і режим біогенних речовин), які суттєво впливають на фотосинтетичну активність, продуктивність Кл, структуру та видовий склад альгоценозу. Результати дослідження пігментного фонду Кл свідчать про те, що характеристики вмісту фотосинтетичних пігментів та їх співвідношення можуть бути використані в якості інтегральних характеристик продуктивності та екологічного стану водойм.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: хлорофіл «а», «b», «с», феофітин, співвідношення, Куяльницький лиман, припливи, абіотичні чинники, міжрічна динаміка, внутрішньорічна динаміка, просторовий розподіл

Список використаної літератури

1. Didovets I., Krysanova V., Hattermann F. F., López M. del R. R., Snizhko S., Schmied H. M. Climate change impact on water availability of main river basins in Ukraine. *Journal of Hydrology: Regional Studies*. 2020. Vol. 32. 100761. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100761>
2. Wernberg T., Smale D. A., Tuya F., Thomsen M. S., Langlois T. J., de Bettignies T., Bennett S., & Rousseaux C. S. An extreme climatic event alters marine ecosystem structure in a global biodiversity hotspot. *Nature Climate Change*. 2013. Vol. 3. N 1. P.78–82. DOI: <https://doi.org/10.1038/nclimate1627>
3. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь. За ред. С. П. Іванюти. К.: НІСД, 2020. 110 с. ISBN 966-554-344-2.
4. Muluneh M.G. Impact of climate change on biodiversity and food security: a global perspective – a review article. *Agric & Food Secur.* 2021. Vol. 10. N 1. 36. DOI: <https://doi.org/10.1186/S40066-021-00318-5>
5. Turney C., Ausseil A.G., Broadhurst L. Urgent need for an integrated policy framework for bioiversity loss and climat change. *Nat. Ecol. Evol.* 2020. Vol.4. N 8. 996. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1242-2>
6. Li Z.X., Gao Y., Wang S., Zhang K., Lin Q., Jia J.J., Lu Y. Lake pigment characteristics and their applicability in reconstructing phytoplankton communities under irregular hydrological regulation in a floodplain lake system. *Journal of Hydrology*. 2022. Vol. 614. 128575. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128575>
7. Buchaca T., Kosten S., Lacerot G., Mazzeo N., Kruk C., Huszar V.L.M., Lotter A.F, Jeppesen E. Pigments in surface sediments of South American shallow lakes as an integrative proxy for primary producers and their drivers. *Freshwater Biology*. 2019. Vol. 64. N 8. P.1437–1452. DOI: <https://doi.org/10.1111/fwb.13317>.
8. Jiménez L., Romero-Viana L., Conde-Porcuna J. M. and Pérez-Martínez C. Sedimentary photosynthetic pigments as indicators of climate and watershed perturbations in an alpine lake in southern Spain. *Limnetica*. 2015. Vol. 34. N 2. P.439-454. DOI: <https://doi.org/10.23818/limn.34.33>
9. Jeffrey S., Wright S. & Zapata M. Microalgal classes and heir signature pigments. In: Roy S., Llewellyn C., Egeland E. S. & Johnsen G. (Eds). *Phytoplankton Pigments: Characterization, Chemotaxonomy, and Applications in Oceanography*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2011, P. 3–77.
10. Васенко О. Г., Верніченко Г. А., Верніченко-Цветков Д. Ю. Фотосинтетичні пігменти альгофлори як біомаркери екологічного стану водних об'єктів (на прикладі пониззя Дунаю). *Питання біоіндикації та екології*. 2018. Вип. 23. №1. С.128-145. DOI: <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/1-11>.

11. Parparov, A. Water Quality Assessment, Trophic Classification and Water Resources Management *Journal of Water Resource and Protection*, 2010. Vol.2. N 10. DOI: <https://doi.org/10.4236/jwarp.2010.210108>
12. Makri S., Lami A., Lods-Crozet B., Loizeau J.L. Reconstruction of trophic state shifts over the past 90 years in a eutrophicated lake in western Switzerland, inferred from the sedimentary record of photosynthetic pigments. *J Paleolimnol* . 2019. Vol. 61. N 2. P.129–145. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10933-018-0049-5>
13. Szymczak-Żyła M., Kowalewska G., Louda J.W. Chlorophyll-a and derivatives in recent sediments as indicators of productivity and depositional conditions. *Marine Chemistry*. 2011. Vol. 125. N 1–4. P.39–48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marchem.2011.02.002>
14. Mineeva N.M., Semadeni I. Chlorophyll Content and Photosynthetic Activity of Phytoplankton in Reservoirs of the Volga River (Russia). *Phycology*. 2023. Vol. 3. P. 368–381. DOI: <https://doi.org/10.3390/phyco3030024>
15. Mineeva N. M. Long-term dynamics of photosynthetic pigments in plankton of a large plains reservoir. *Bio-systems Diversity*. 2021. Vol. 29. N 1. P. 10–16. DOI: <https://doi.org/10.15421/01210>
16. Medved' V. O. Phytoplankton Spectral Pigment Indices in the Lakes of the City of Kyiv. *HydrobJ*. 2023. Vol. 59. N 4. P. 30-46. DOI: <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v59.i4.30>
17. Boulion V.V. Contribution of major groups of autotrophic organisms to primary production of water bodies . *Water Resour*. 2004. V. 31. N 1. P. 92–102. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:WARE.0000013579.89883.55>
18. Минеева Н.М. Растительные пигменты в воде Волжских водохранилищ. М.: Наука, 2004. 156 с.
19. Медінець В. І., Ковальова Н. В., Дерезюк Н. В., Снігирьов С. М., Черкез Є. А., Медінець С. В., Газетов Є. І. Біологічні наслідки поповнення Куяльницького лиману морською водою з Одеської затоки. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2017. № 1-2 (27). С.35-51. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2017-27-04>
20. Енциклопедія Куяльницького лиману: у 8 томах. За ред. А. А.-А. Еннана. Том 2. Герасимюк В. П., Еннан А. А.-А., Шихалеева Г. М. Водорості. За ред. П. М. Царенко, А. А.-А. Еннана. Київ: Освіта України, 2021. 438 с.
21. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. За ред. В. Д. Романенка. Київ: ЛОГОС, 2006. 408 с.
22. Ennan A.A.-A., Shikhaleeva G.M., Tsarenko P.M., Kiryushkina H.M., Gerasimyuk V.P. Seasonal Dynamics of Algal flora Development of the Hyperhaline Kuyalnyk Estuary (North-Western Black Sea Coast, Ukraine). *Int. J. Algae*. 2023. Vol. 25. N 3. P. 223-234. DOI: <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v25.i3.30>
23. Shikhaleeva G.M., Ennan A.A.-A., Tsarenko P.M., Kiryushkina G.M. Analysis of the Influence of Abiotic Factors on the Development of Microalgae in the Hyperhaline Kuyalnyk Estuary (Ukraine, the Black Sea Northwestern Coast). *HydrobJ*. 2023. Vol. 59, N 5. P. 3-14. DOI: <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v59.i5.10>
24. Сизо А.В., Шихалеева Г.Н., Эннан А.А. Методологічні аспекти організації геоінформаційної підтримки екологічного моніторингу та оцінки якості поверхневих вод (на прикладі Куяльницького лиману). *Вч. Зап. Таврічеського нац. ун-та імені В.І. Вернадського. Географія*. 2012. Вип. 24 (63). С. 100–114.

Стаття надійшла до редакції 05.09.2024

Стаття рекомендована до друку 28.10.2024

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-31-02>

УДК (UDC): 504.064.3:546.3/.8 (477.54)

В. Л. БЕЗСОННИЙ, канд. техн. наук, доц.,

доцент кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти

e-mail: bezsonnyi@karazin.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8089-7724>

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,

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

Харківський національний економічний університет імені С. Кузнеця,

пр. Науки, 9а, м. Харків, 61166, Україна

А. Н. НЕКОС, д-р географ. наук, проф.,

завідувачка кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти

e-mail: nekos@karazin.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1852-0234>

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,

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

О. О. ГОЛОЛОБОВА, канд. с.-г. наук, доц.,

доцент кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи

e-mail: elena.gololobova@karazin.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5558-2114>

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,

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

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

Мета. Оцінка екологічного ризику забруднення ґрунтів важкими металами, аналіз їх концентрації на природоохоронних територіях Зміївської громаді Харківської області та в зоні впливу Зміївської ТЕС.

Методи. Польові, атомно-абсорбційної спектрофотометрії, для оцінки екологічного ризику використано методику Хакансона, яка включає розрахунок коефіцієнтів забруднення (Cif), індексів потенційного екологічного ризику (Eir) та сукупного ризику (RI).

Результати. Дослідження базувалося на відборі проб ґрунту з чотирьох локацій: ботанічні заказники «Цикалове», «Мохначанський», «Скрипайвський» та район поблизу Зміївської ТЕС. Концентрації важких металів у ґрунтах локацій природоохоронного фонду не перевищували ГДК, за винятком підвищеного вмісту цинку та заліза. В пробах ґрунту біля Зміївської ТЕС відзначено суттєве перевищення фонових рівнів важких металів: заліза, міді, кобальту та цинку. Індекси сукупного ризику (RI) для локацій природоохоронного фонду визначено на рівні слабого екологічного ризику ($RI < 4$), для району Зміївської ТЕС цей показник значно вищий ($RI = 25,98$), що свідчить про підвищений ризик. Найбільший індекс потенційного ризику (Eir) пов'язаний із вмістом кобальту та кадмію.

Висновки. Забруднення ґрунтів важкими металами в Зміївській громаді має локалізований характер, найбільш небезпечні концентрації спостерігаються поблизу Зміївської ТЕС. Природоохоронні території мають незначний ризик забруднення, однак високий рівень біодоступності цинку та інших металів вказує на необхідність постійного моніторингу. Методика Хакансона довела ефективність у визначенні ризику для здоров'я через вплив важких металів. Результати підкреслюють необхідність заходів із зменшення впливу техногенних забруднень, таких як контроль за викидами, рекультивація ґрунтів та зниження антропогенного навантаження.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: важкі метали, екологічний ризик, ґрунт, метод Хакансона, ботанічний заказник, Зміївська ТЕС

Як цитувати: Безсонний В. Л., Некос А. Н., Гололобова О. О. Оцінка екологічного ризику забруднення ґрунтів важкими металами. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2024. Вип. 31. С. 20 – 34. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-31-02>

In cites: Bezsonnyi, V. L., Nekos, A. N., & Gololobova, O. O. (2024). Assessment of ecological risk of soil contamination by heavy metals. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series Ecology*, (31), 20 – 34. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-31-02>

Вступ

Забруднення ґрунтів важкими металами є однією з найбільш актуальних екологічних проблем сучасності, особливо в умовах інтенсивної урбанізації та розвитку промисловості. Ґрунти відіграють ключову роль у функціонуванні екосистем, забезпечуючи продуктивність агроландшафтів, регуляцію біогеохімічних циклів та підтримання біорізноманіття. Однак накопичення важких металів у ґрунтовому покриві створює значні ризики для навколишнього середовища та здоров'я людини, оскільки ці токсичні елементи мають здатність до біоаккумуляції, міграції у харчових ланцюгах і тривалого збереження у ґрунтових системах. Основними джерелами забруднення ґрунтів важкими металами є промислові викиди, автотранспорт, сільськогосподарська діяльність, неправильне поводження з відходами та природні геохімічні процеси. Ці метали, зокрема свинець, кадмій, мідь, цинк, хром, не тільки змінюють фізико-хімічні властивості ґрунту, але й негативно впливають на стан рослинності, якість водних ресурсів та здоров'я людей, які контактують із забрудненим середовищем.

Особливої уваги заслуговує оцінка екологічного ризику, пов'язаного із забрудненням ґрунтів важкими металами, яка дозволяє кількісно визначити рівень потенційної загрози для екосистем і населення. У таких дослідженнях важливо застосовувати інтегративні підходи, що включають лабораторний аналіз вмісту металів, розрахунок екологічних індексів та моделювання розподілу забруднювачів.

Дослідження стану ґрунтів в Україні часто фокусується на моніторингу ґрунтової якості та створенні умов для її збереження. Наприклад, розробка Червоної книги ґрунтів України є перспективним інструментом збереження унікальних ґрунтів у регіонах зі значним впливом господарської діяльності [1]. Наукові праці останніх років висвітлюють методики оцінки ґрунтових ресурсів. До них належать фізико-хімічний аналіз ґрунтових зразків, визначення вмісту токсичних речовин, органічного вуглецю та інші показники, що характеризують екологічний стан земель [1]. Аналіз цих параметрів є основою для виявлення деградаційних процесів, таких як засолення, ерозія та забруднення важкими металами. На основі літературних джерел, сучасні методи оцінки включають використання геоінформаційних систем (ГІС) для картування деградаційних процесів та

прогнозування змін у стані ґрунтів. Особливий інтерес становлять дослідження щодо змін гумусного горизонту та накопичення токсичних елементів в урбанізованих зонах.

Методи моніторингу стану ґрунтів значно розвинулися завдяки впровадженню сучасних технологій. Наприклад, використання дистанційного зондування та спектрального аналізу дозволяє оперативно оцінювати рівень забруднення токсичними елементами та вуглеводнями [2]. Авторами досліджено використання технологій дистанційного зондування та близькоспектрального аналізу для виявлення ґрунтових забруднень. Основні переваги цих методів включають можливість масштабного моніторингу та швидкого виявлення контамінацій, таких як токсичні елементи і нафтові вуглеводні. Дослідження також показує, що комбінування спектральних даних із геоінформаційними системами (ГІС) підвищує точність оцінок. Це актуально для Харкова, де можливі великі площі техногенного забруднення.

Крім того, аналіз даних моніторингу з використанням моделей прогнозування антропогенних впливів сприяє підвищенню ефективності заходів із відновлення ґрунтів. Важливо також розглянути локальні підходи до екологічного моніторингу ґрунтів у межах урбанізованих територій. Наприклад, у містах особливу увагу приділяють забрудненню важкими металами та органічними сполуками, що зумовлене промисловою та транспортною діяльністю [3]. Дослідження розглядає роль ґрунтів як індикаторів екологічного стану урбанізованих систем. Описано методи екологічного моніторингу, які базуються на класифікації типів ґрунтів за рівнем забруднення. Особливо цінним є акцент на важких металах і органічних сполуках як основних забруднювачах, що відповідає проблемам індустріальних регіонів. Для ефективного управління даними використовуються геоінформаційні системи, які дозволяють створювати інтерактивні карти забруднення [4]. У статті описується використання ГІС для управління даними про ґрунтове забруднення. Це дозволяє створювати інтерактивні карти, які надають інформацію про просторовий розподіл забруднень і сприяють прийняттю рішень щодо екологічного управління. Інструмент також використовується для моделювання сценаріїв і планування відновлювальних заходів.

Окрім технологічних рішень, важливим є розуміння екологічного впливу забруднювачів. Наприклад, використання пестицидів у сільському господарстві викликає накопичення нітратів, важких металів та органічних сполук, що впливає на здоров'я екосистем та якість продукції [5]. Стаття аналізує вплив пестицидів на ґрунтову екологію. Методологія включає визначення нітратів, нітритів та важких металів у ґрунтових зразках. Дослідження демонструє, як інтенсивне сільське господарство сприяє накопиченню токсичних речовин, що може бути релевантним для аналізу околиць Харкова, де ведеться активна аграрна діяльність.

На основі сучасних методів моніторингу та аналізу можна розробляти ефективні стратегії для покращення екологічного стану ґрунтів. Наприклад, інтеграція методів дистанційного зондування, аналізу даних великих обсягів та дронів сприяє точній ідентифікації забруднень і розробці заходів для їх усунення [6]. Дослідження зосереджене на інтеграції технологій UAV (дрони), великих даних і дистанційного зондування для оцінки ґрунтових забруднень. Запропоновані підходи включають моделювання та прогнозування забруднень, що дозволяє визначати джерела забруднення і розробляти ефективні заходи з відновлення.

У дослідженні [7] проведено бібліометричний аналіз тенденцій у науці про ґрунти за період 1999–2013 років. Значна увага приділена моніторингу забруднень важкими металами та використанню сучасних технологій, таких як дистанційне зондування. Це дослідження пропонує основи для глобальної екологічної політики та інноваційних підходів до управління ґрунтами.

Аналізується інтеграція технологій великих даних і аерофотознімання для моніторингу ґрунтового забруднення [8] з використанням статистичного аналізу і моделювання; автори розробили підходи до управління екологічними ризиками, які є перспективними для широкомасштабного застосування.

Дослідження [9] зосереджує увагу на моніторингу природного капіталу ґрунтів та екосистемних послуг. Автори обговорюють довгострокові програми, що включають екологічні показники і забруднювачі, забезпечуючи основу для управління ґрунтами в міжнародному контексті.

У роботі [10] аналізується забруднення ґрунтів у різних типах землекористування. Результати сприяють підтримці проектів із

відновлення чистоти ґрунтів та екологічних ініціатив, забезпечуючи дані для прийняття рішень у регіональних екосистемах.

Використання дистанційного зондування для моніторингу ґрунтових забруднень на великих територіях є головною темою цього дослідження. Автори [11] підкреслюють важливість супутникових даних і спектральних методів для виявлення токсичних елементів. У дослідженні [12] описується технологія розподіленого зондування для аналізу забруднювачів. Метод забезпечує точне оцінювання стану ґрунтів і може бути використаний для вирішення проблем забруднення на місцевому та глобальному рівнях. Дослідження [13] аналізує профілі ґрунтового забруднення з 2000 по 2013 роки, визначаючи основні підходи та тенденції у моніторингу. Акцент зроблено на шість основних напрямів досліджень і журнали, які слугують платформами для обговорення.

Дослідження впливу промислової діяльності на екологічні функції ґрунтів демонструє, що такі фактори, як ущільнення, значно погіршують екосистемні послуги ґрунту. Для оцінки стану ґрунту використовуються біологічні індикатори, що дозволяють виявити негативні наслідки та ефективність рекультиваци [14]. Результати аналізу ґрунтів у сільськогосподарських районах свідчать про низьку родючість та кислотність, що вказує на деградацію ґрунтів. Водночас консерваційні методи, зокрема мінімальна обробка ґрунту, сприяють відновленню його екологічного стану [15]. Національний моніторинг здоров'я ґрунтів у Великобританії включає кластерний аналіз показників якості ґрунту, таких як фізико-хімічні властивості та функціональна класифікація ґрунтів. Виявлено, що управління використанням землі значно впливає на показники здоров'я ґрунтів [15].

Дослідження хімічних властивостей ґрунтів показало вплив важких металів, таких як кадмій і ртуть, на екологічний стан. Незважаючи на помірний рівень екологічного ризику, рекомендовано активізувати заходи з управління вмістом токсичних елементів [17]. Сезонні варіації параметрів ґрунту, таких як pH, провідність, вміст органічної речовини, підкреслюють динамічний характер змін екологічного стану ґрунтів у сільськогосподарських ландшафтах [18]. Аналіз фізичних якостей ґрунтів показав, що багаторівневі агролісівничі системи сприяють відновленню якості ґрунтів на деградованих землях. Методика оцінки структури ґрунтів VESS

виявила ефективність такого підходу [19]. Дослідження ґрунтів у районах з різним використанням показало, що управлінські практики, зокрема інтегровані системи рослинництва і тваринництва, значно впливають на фізико-хімічні властивості ґрунтів [20]. Останні роботи підкреслюють необхідність інтегрованих заходів щодо управління ґрунтами для збереження їхньої родючості та забезпечення сталого розвитку. Це включає аналіз змін хімічного складу та використання адаптивних систем управління [22].

Важкі метали, з одного боку, є незамінними природними ресурсами, а з іншого — становлять серйозну екологічну загрозу через їхнє швидке накопичення внаслідок техногенної діяльності. Вони мають високу здатність до зв'язування з органічними речовинами, що може спричиняти їхню інактивацію. Навіть невеликі кількості цих металів здатні викликати важкі захворювання, зокрема онкологічні та імунні розлади, а також уповільнювати ріст і розвиток організмів через порушення метаболізму. У сільському господарстві це призводить до зниження врожайності та погіршення якості продукції. Важкі метали зазвичай потрапляють у харчові ланцюги через рослини, які поглинають їх із

забруднених ґрунтів, що актуалізує питання агроекологічного моніторингу, особливо в зонах із високою рослинною складовою раціону. Перевищення навіть природних концентрацій цих речовин у ґрунті значно ускладнює оцінювання його екологічного стану. Для якісного моніторингу довкілля слід враховувати не лише кількість токсичних елементів, а й їхній вплив на біоценози, наприклад, зміни в структурі мікробних співтовариств, які проявляються вже при низьких рівнях забруднення, не характерних для високих концентрацій [23–27].

Актуальність роботи визначається необхідністю моніторингу й оцінки забруднення ґрунтів у зв'язку зі зростаючим антропогенним впливом, зокрема в урбанізованих районах та промислових зонах. Проведення таких досліджень є важливим етапом у розробці природоохоронних заходів, спрямованих на мінімізацію негативного впливу важких металів та забезпечення сталого розвитку території.

Мета роботи — оцінка екологічного ризику забруднення ґрунтів важкими металами, аналіз їх концентрацій на природоохоронних територіях Зміївської громади Харківської області та в зоні впливу Зміївської ТЕС.

Об'єкти та методи дослідження

Аналіз екологічного стану ґрунтів Зміївської громади базувався на даних про вміст важких металів, отриманих із матеріалів Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського» та Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. Дослідження охоплювали природно-заповідні території громади та зону впливу Зміївської ТЕС [28, 29].

Відбір проб здійснювався у таких локаціях:

Скрипаївський заказник — територія з унікальними сосновими насадженнями віком понад 150 років, розташована на пісках надзаплавної тераси р. Сіверський Донець.

Ботанічний заказник "Цикалове" — заповідна територія площею 10 га на лівобережній заплаві р. Сіверський Донець поблизу с. Лісове. Характеризується унікальним ландшафтом, який включає заплаву, озера, болотисті ділянки та реліктові види рослин, такі як латаття біле, глечики жовті, косарики тонкі.

Ботанічний заказник "Мохначанський" — лісовий об'єкт площею 104,9 га із дубовими насадженнями віком понад 170 років. Цінність території полягає у збереженні природної рівноваги та вивченні відтворення корінних лісів.

Територія поблизу Зміївської ТЕС — відбір проб здійснено на відстані 2 км на північний схід від джерела забруднення.

Зразки ґрунту відбиралися відповідно до стандарту ДСТУ 4287:2004 «Якість ґрунту. Відбирання проб». Розмір площі відбору становив 50 м². Глибина відбору проб для локацій 1–3 складала 0–10 см та 10–20 см, а для локації 4 — 0–20 см.

Аналіз зразків із природно-заповідних територій (локації 1–3) виконували в лабораторії охорони ґрунтів від техногенного забруднення ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського». Проби з четвертої локації досліджували в хіміко-аналітичній лабораторії Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. Визначення рухомих форм важких металів

(*Cd, Cr, Co, Fe, Cu, Mn, Pb, Ni, Zn*) проводили у буферній амонійно-ацетатній витяжці (рН 4,8) із застосуванням методу атомно-абсорбційної спектрофотометрії.

Оцінка екологічного ризику для здоров'я, зумовленого вмістом важких металів, здійснювалася за моделлю Хакансона [30–32]. Методика включає такі етапи:

Обчислення коефіцієнта забруднення (C_{if}):

$$C_{if} = \frac{C_i}{C_n}$$

де C_i — концентрація важкого металу іі, визначена у ґрунті (мг/кг),

C_n — нормативний показник для цього металу (мг/кг).

Розрахунок індексу потенційного екологічного ризику (E_{ir}):

$$E_{ir} = T_i \cdot C_{if}$$

де T_i — коефіцієнт токсичності важкого металу іі.

Розрахунок сукупного індексу екологічного ризику (RI):

$$RI = \sum_{i=1}^m (T_i \cdot C_{if})$$

де m — кількість металів, що оцінюються.

Значення коефіцієнтів токсичності для металів приймаються такими: $Cd = 30, As = 10, Cu = Ni = Pb = 5, Cr = 2, Mn = Zn = 1$ [37].

Цей підхід застосовується для визначення ступеня забруднення ґрунтів важкими металами та оцінювання можливого екологічного ризику, що дозволяє розробляти ефективні заходи для захисту та реабілітації уражених територій.

Таблиця 1

Table 1

Критерії оцінки екологічного ризику

Criteria for assessing environmental risk

Значення ризику	Характеристика величини ризику
$E_{ir} < 40$	слабко виражений потенційний ризик,
$40 \leq E_{ir} < 80$	середньо виражений потенційний ризик,
$E_{ir} \geq 80$	сильно виражений потенційний ризик.
$RI < 150$	слабко виражений сукупний ризик,
$150 \leq RI < 300$	середньо виражений сукупний ризик,
$RI \geq 300$	сильно виражений сукупний логічний ризик.

Результати та обговорення

Значну стурбованість викликає забруднення важкими металами атмосфери, ґрунтів та водних ресурсів. Це явище не лише суттєво знижує врожайність культур і призводить до руйнування природних рослинних екосистем, але й негативно впливає на формування органів рослин, а також погіршує екологічні умови, в яких мешкають люди. Забруднення також становить серйозну загрозу здоров'ю людини, викликаючи погіршення загального стану, збільшення частоти ендокринних розладів та метаболічних порушень. Ризики залежать від типу й рівня токсичності металів, що потрапляють в організм. Важкі метали мають властивості протоплазматичних отрут, токсичність яких підвищується зі збільшенням атомної маси. Вони впливають на організми різними шляхами: наприклад, мідь, ртуть, свинець, берилій та кадмій у високих концентраціях пригнічують активність

ферментів. Інші метали, такі як алюміній, барій або залізо, утворюють хелатні комплекси з метаболітами, порушуючи метаболічні процеси. Крім того, кадмій, мідь та залізо (II) можуть взаємодіяти з клітинними мембранами, змінюючи їх структуру та проникність, що інколи призводить до руйнування мембран. Деякі метали здатні витісняти необхідні для рослин елементи, порушуючи їхню життєдіяльність. Наприклад, кадмій витісняє цинк, що спричиняє його дефіцит і, як наслідок, руйнування рослинних організмів і їхню загибель [28]. Важкі метали потрапляють в атмосферу як через природні процеси (вивітрювання, лісові пожежі, вулканічну активність, випари рослин, морську піну), так і внаслідок антропогенних факторів (гірничодобувна діяльність, металургія, спалювання палива, утилізація відходів, виробництво фосфорних добрив тощо). Природні джерела переважно

спричиняють потрапляння в атмосферу пилу, який становить понад 80 % нікелю, 60 % міді й свинцю, а також 55 % цинку. Однак порівняно з антропогенними впливами їхня значущість значно менша. Основними джерелами антропогенного забруднення атмосфери є теплові електростанції (27 %), чорна металургія (24,3 %), нафтова промисловість (15,5 %), транспорт (13,1 %), кольорова металургія (10,5 %), а також видобуток і обробка будівельних матеріалів (8,1 %) [28].

Ґрунт є основним компонентом біосфери, що відіграє вирішальну роль у забезпеченні життєдіяльності на Землі. Він взаємодіє з циклами геологічних і біологічних процесів, виконуючи функції природного фільтру для регуляції переміщення хімічних елементів та енергії між літосферою, гідросферою, атмосферою і живими організмами.

Наукові дослідження [33, 34] свідчать, що забруднення ґрунтів важкими металами має локалізований характер і зазвичай спостерігається у районах, прилеглих до великих промислових центрів, таких як підприємства хімічної або металургійної промисловості, а також поблизу енергетичних об'єктів та

автомобільних доріг із інтенсивним рухом. Якщо раніше вважалося, що забруднення зменшується завдяки розсіюванню, сучасні роботи [35] вказують на суттєве перевищення природних показників важких металів у ґрунтах на значній відстані від джерел забруднення. Це призводить до накопичення токсичних елементів у сільськогосподарській продукції, яка часто перевищує встановлені нормативи за вмістом металів.

Дослідження показали, що концентрації хімічних елементів (*Cr, Cd, Co, Mn, Cu, Fe, Pb, Ni, Zn*) у ґрунтах заповідних зон заказників «Цикалове», «Мохначанський» та «Скрипаївський», а також у районі Зміївської теплоелектростанції, перебувають у межах нормативів ГДК (табл. 2) [28, 29]. У локаціях 1–3 ґрунтові зразки збиралися на глибинах 0–10 см та 10–20 см, а у локації 4 – на глибинах 0–20 см.

Для коректного співставлення отриманих даних розраховано усереднені значення для локацій 1–3. ГДК хімічних елементів регламентовані наказом Міністерства охорони здоров'я України № 1595 від 14 липня 2020 року [36].

Таблиця 2

Вміст важких металів, мг/кг (на основі даних [28, 29])

Table 2

Heavy metal content, mg/kg (based on data [28, 29])

Метал	Мохначанський	Цикалове	Скрипаївський	ТЕС	Норматив	Фонове
Ni	0.065	0.010	0.105	2.700	4.000	1.000
Pb	1.005	0.755	1.235	0.930	32.000	0.500
Fe	6.925	0.295	47.010	7.400	0.000	2.000
Mn	3.980	1.585	4.490	5.240	1500.000	43.000
Zn	1.380	0.230	0.245	5.300	23.000	1.000
Cr	0.010	0.025	0.295	0.060	6.000	1.000
Cu	0.045	0.260	0.190	2.400	3.000	0.500
Cd	0.010	0.010	0.010	0.160	1.500	0.000
Co	0.440	0.460	0.405	2.500	5.000	0.500

Ґрунти класифікуються як забруднені важкими металами, якщо концентрація токсичних елементів перевищує природний рівень у два-три рази. Згідно з проведеними дослідженнями, у ґрунтах природоохоронних територій «Мохначанський», «Цикалове» та «Скрипаївський» виявлено надлишковий вміст цинку, тоді як у «Мохначанському» та «Скрипаївському» зафіксовано підвищені рівні заліза, а у «Скрипаївському» – хрому. Особливо широке поширення забруднення

цинком пояснюється його здатністю до техногенного розсіювання, утворюючи зони впливу, що можуть простягатися на відстань до 25 км залежно від рівня викидів.

На території Зміївської теплоелектростанції у ґрунтах зафіксовано перевищення природного рівня важких металів: концентрація цинку перевищує норму у 3,77 рази, кобальту – у 2,9, заліза – у 4,22, а міді – у 3,47 рази. Вміст свинцю, нікелю та алюмінію також дещо перевищує природні показники.

Важкі метали характеризуються високою токсичністю, тривалим збереженням у ґрунті та біодоступністю. Їх відносять до основних шкідливих мікроелементів. Надмірна їх концентрація в ґрунтовій матриці призводить до зниження його якості, що негативно впливає на продуктивність ґрунту. Крім того, накопичення токсичних елементів становить ризик для здоров'я людини. Наприклад, вплив миш'яку (як гострий, так і хронічний) може спричиняти серцево-судинні захворювання та інші системні порушення. Забруднення ґрунтів важкими металами стало однією з найгостріших екологічних проблем у багатьох регіонах світу.

Розрахунок рівня ризику виконувався за формулами (1)–(3), використовуючи

нормативи ГДК з [24] та дані про токсичність металів з [30] (табл. 3). Оскільки для заліза відсутні нормативні значення ГДК і токсичності у ґрунті, цей елемент не враховувався у розрахунках.

Розрахунок ризику для здоров'я, пов'язаного з впливом важких металів, виконаний згідно з формулами (1)–(3), показав наступні результати [37].

У табл. 4 наведено значення ризику для території "Цикалове". Сумарний показник RI становить 3.6067490, що свідчить про відносно низький рівень ризику. Серед усіх металів особливу увагу привертають кобальт і нікель, які демонструють вищі значення E_{ir} у порівнянні з іншими елементами.

Таблиця 3

Нормативні значення та токсичність для важких металів

Table 3

Standard values and toxicity for heavy metals

Метал	Норматив, C_n , мг/кг	Токсичність, Tr_i
Ni	4.0	5
Pb	32.0	5
Mn	1500.0	2
Zn	23.0	1
Cr	6.0	2
Cu	3.0	5
Cd	1.5	30
Co	5.0	30

Таблиця 4

Розрахунок ризику для заказника «Цикалове»

Table 4

Risk calculation for the Tsikalovye reserve

Метал	Вміст, мг/кг	Коефіцієнт забруднення, C_{if}	Індекс потенційного ризику, E_{ir}
Ni	0.010	0.002500	0.075
Pb	0.755	0.023594	0.118
Mn	1.585	0.001057	0.002
Zn	0.230	0.010000	0.010
Cr	0.025	0.004167	0.008
Cu	0.260	0.086667	0.433
Cd	0.010	0.006667	0.200
Co	0.460	0.092000	2.760
Індекс сукупного потенційного ризику, RI			3.607

Результати розрахунків для заказника "Мохначанський" представлені у табл. 5. Загальний індекс ризику (RI) складає 3.4656710. Як і для попередньої локації, найбільш небезпечним металом є кобальт.

У таблиці 6 представлені результати розрахунків для локації "Скрипайвський". Сукупний потенційний індекс ризику (RI) дорівнює 3.7796080. Як і на інших локаціях, кобальт демонструє високий показник Eir .

Розрахунок ризику для заказника «Мохначанський»

Таблиця 5

Risk calculation for the Mokhnachansky reserve

Table 5

Метал	Вміст, мг/кг	Коефіцієнт забруднення, C_{if}	Індекс потенційного ризику, E_{ir}
Ni	0.065	0.016250	0.325
Pb	1.005	0.031406	0.157
Mn	3.980	0.002653	0.005
Zn	1.380	0.060000	0.060
Cr	0.010	0.001667	0.003
Cu	0.045	0.015000	0.075
Cd	0.010	0.006667	0.200
Co	0.440	0.088000	2.640
Індекс сукупного потенційного ризику. RI			3.466

Розрахунок ризику для заказника «Скрипайвський»

Таблиця 6

Risk calculation for the Skrypaivskyi reserve

Table 6

Метал	Вміст, мг/кг	Коефіцієнт забруднення, C_{if}	Індекс потенційного ризику, E_{ir}
Ni	0.105	0.026250	0.525
Pb	1.235	0.038594	0.193
Mn	4.490	0.002993	0.006
Zn	0.245	0.010652	0.011
Cr	0.295	0.049167	0.098
Cu	0.190	0.063333	0.317
Cd	0.010	0.006667	0.200
Co	0.405	0.081000	2.430
Індекс сукупного потенційного ризику. RI			3.78

Результати розрахунків для території "Зміївська теплоелектростанція" (табл. 7) показують суттєво підвищений ризик із RI , що дорівнює 25.977730. Високі значення C_{if} і E_{ir} для кобальту та кадмію підкреслюють їхній значний внесок у загальний потенційний ризик.

Як видно з наведених розрахунків, усі досліджувані локації відносяться до категорії «слабкий потенційний екологічний ризик» та «слабкий сукупний екологічний ризик» (табл. 8).

У багатьох територіях дослідження кобальт і нікель демонструють підвищені індекси потенційного ризику (E_{ir}), що свідчить

Таблиця 7

Розрахунок ризику для території «Зміївська теплоелектростанція»

Table 7

Risk calculation for the territory of the Zmiiv Thermal Power Plant

Метал	Вміст металу, мг/кг	Коефіцієнт забруднення, C_{if}	Індекс потенційного ризику, E_i
Ni	2.70	0.675000	3.375
Pb	0.93	0.029063	0.145
Mn	5.24	0.003493	0.007
Zn	5.30	0.230435	0.23
Cr	0.06	0.010000	0.02
Cu	2.40	0.800000	4.00
Cd	0.16	0.106667	3.200
Co	2.50	0.500000	15.00
Індекс сукупного потенційного ризику. RI			25.98

Таблиця 8

Характеристика величин ризику у місцях дослідження

Table 8

Characteristics of risk values in the study areas

Територія	Індекс сукупного потенційного ризику, RI	Характеристика
Заказник «Цикалове»	3.61	слабко виражений сукупний ризик
Заказник «Мохначанський»	3.63	слабко виражений сукупний ризик
Заказник «Скрипаївський»	4.04	слабко виражений сукупний ризик
Зміївська теплоелектростанція	25.98	слабко виражений сукупний ризик

про можливу загрозу для здоров'я людини при тривалому впливі цих елементів. Зона Зміївської теплоелектростанції вирізняється особливо високими ризиками, що вимагає додаткових заходів із контролю та рекультивації. Методика оцінки ризику, розроблена на основі моделі Хакансона, дозволяє кількісно оцінити екологічний ризик через аналіз коефіцієнтів забруднення та токсичності металів. Згідно з отриманими результатами, в окремих природоохоронних зонах, таких як заказники "Цикалове", "Мохначанський" та "Скрипаївський", а також у районі Зміївської теплоелектростанції, зафіксовано суттєве перевищення

концентрацій важких металів порівняно з природними рівнями. Це створює значний ризик для здоров'я місцевого населення через тривале накопичення токсичних речовин у ґрунті та їхню біодоступність. Підвищені концентрації заліза, цинку, міді та інших металів можуть негативно впливати на продуктивність ґрунту, а також представляти загрозу для здоров'я людини через накопичення в організмі, що здатне провокувати серйозні захворювання, включаючи серцево-судинні та інші системні порушення. Зважаючи на високі значення індексу сукупного ризику (RI), зафіксовані на кількох ділянках, важливо розробити та впровадити

заходи для зниження впливу важких металів на ґрунти та здоров'я людей. Це передбачає виявлення джерел забруднення, впровад-

ження моніторингу викидів і використання сучасних технологій для очищення забруднених територій.

Висновки

Проведене дослідження екологічного ризику забруднення ґрунтів важкими металами в межах Зміївської громади. Забруднення ґрунтів має локалізований характер, найбільш критичні концентрації важких металів виявлені поблизу Зміївської теплоелектростанції.

Ґрунти заказників «Цикалове», «Мохначанський» і «Скрипаївський» характеризуються низьким рівнем ризику, хоча на окремих ділянках зафіксовано підвищені концентрації цинку, заліза і хрому.

У районі Зміївської теплоелектростанції зафіксовано значне перевищення концентрацій заліза (в 4,22 рази), міді (в 3,47 рази),

кобальту (в 2,9 рази) та цинку (в 3,77 рази) порівняно з фоновими значеннями.

Загальний індекс сукупного ризику (RI) в зоні впливу Зміївської теплоелектростанції становить 25,98, що вказує на високий рівень екологічного ризику. У природоохоронних зонах значення RI залишаються на рівні слабого ризику («Цикалове» — 3,61; «Мохначанський» — 3,47; «Скрипаївський» — 3,78).

Результати підкреслюють необхідність впровадження заходів щодо зниження негативного впливу техногенного забруднення. Це включає моніторинг ґрунтів, очищення забруднених територій, контроль за промисловими викидами та зменшення антропогенного навантаження.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автори повністю дотримувались етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Відповідність проєкту

Дослідження виконане в межах науково-дослідної роботи № БФ/32-2022 «Виконання завдань перспективного плану розвитку наукового напрямку «Математичні науки та природничі науки» Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна».

Список використаної література

1. Яцук І.П., Дегтярьов В.В., Тихоненко Д.Г., Горін М.О. Моніторинг ґрунтів природних та агроєкосистем як наукова основа збереження ґрунтового різноманіття. *Агроєкологічний журнал*. 2016. № 4. С.57-66. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2016.271211>
2. Gholizadeh A., Saberioon M., Ben-Dor E., & Borůvka L. Monitoring of selected soil contaminants using proximal and remote sensing techniques: Background, state-of-the-art and future perspectives. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 2018. Vol.48. N 3. P. 243–278. DOI: <https://doi.org/10.1080/10643389.2018.1447717>
3. Zhukov, O., Kunakh, O., Yorkina, N., Tutova A. Response of soil macrofauna to urban park reconstruction. *Soil Ecol. Lett.* 2023. 5, 220156. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42832-022-0156-0>
4. Lv Z. Construction of soil environment information management platform based on ArcGIS. *2020 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2020. Vol.546. 032039. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/546/3/032039>
5. Tudor B., Bucevschi B. T. Analysis of the Influence of Pesticides on the Soil in an Agricultural Area. *The Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati. Fascicle IX, Metallurgy and Materials Science*. 2021. 44, 4 (Dec. 2021), P. 60-66. DOI: <https://doi.org/10.35219/mms.2021.4.11>
6. Li X., Zhu W., Qin Y., Yin F. Research Progress and Prospects of Soil Pollution Assessment and Prediction Models. *2019 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2019. Vol. 304 052042 DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/304/5/052042>
7. Wang Mingze, Liu Dianfeng, Jia Jinglei, Zhang Xiaoyi. Global trends in soil monitoring research from 1999–2013: a bibliometric analysis. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*. 2015. Vol.65. P. 483-495. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2015.1030443>

8. Li X., Zhu W., Qin Y., Yin F. Research Progress and Prospects of Soil Pollution Assessment and Prediction Models. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019. Vol. 340. N 5. art. no. 052042, DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/304/5/052042>
9. Keith A. M., Griffiths R. I., Henrys P. A., Hughes S., Lebron I., Maskell L.C. Monitoring soil natural capital and ecosystem services by using large-scale survey data. In M. Stromberger, N. Comerford, & D. Lindbo (Eds.), *Soil ecosystems services*. 2015. Madison, WI: Soil Science Society of America. DOI: <https://doi.org/10.2136/2015.soilecosystemsservices.2014.0070>
10. Zhang Z. Analysis of Soil Pollution Status in Different Land Use Types. *Frontiers in Sustainable Development*. 2023. 3, 7 (Jul. 2023), 105–109. DOI: <https://doi.org/10.54691/fsd.v3i7.5338>
11. Gholizadeh A., Saberioon M., Ben-Dor E., Borůvka L. Monitoring of selected soil contaminants using proximal and remote sensing techniques: Background, state-of-the-art and future perspectives. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 2018. Vol. 48. N 3. P. 243–278. DOI: <https://doi.org/10.1080/10643389.2018.1447717>
12. Jing Wang, Xianfeng Cheng, Qinhui Huang, Xi Ying. Analysis method of regional soil pollutants based on distributed sensing technology. *Proc. SPIE 12246, 2nd International Conference on Signal Image Processing and Communication (ICSIPC 2022)*, 2022. 1224604 (9 October 2022). DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2643704>
13. Zhou L.Y., Zuo W.G., Li Z.M., Luo C.S. Research profiling of soil pollution from 2000 to 2013. *Advanced Materials Research*, 2014. 955-959, P. 3665-3670. DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.955-959.3665>
14. Дрозд О. М., Журавель М. Ю., Найдьонова О.Є., Леженіна І. П., Полчанінова Н. Ю. Визначення локальних змін підтримувальної екосистемної послуги ґрунтів територій нафтогазовидобутку. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. Науково-технічний журнал* 2018. № 2 (18). С. 15–25. DOI: [https://doi.org/10.31471/2415-3184-2018-2\(18\)](https://doi.org/10.31471/2415-3184-2018-2(18))
15. Vashukevich N., Gusev A., Varnina V.A., Chulkov V., Fedorov A. (). Agroecological monitoring of soils in the educational and experimental farm of the Ural State Agrarian University. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2022. Vol.1043. N 1. 012020. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1043/1/012020>
16. Ande O., Senjobi B. (2014). Land degradation assessment of agrarian soils in Ebonyin State for sustainable production. *Journal of Ecology and the Natural Environment*. Vol. 6. N 4. P. 150–158. DOI: <https://doi.org/10.5897/JENE10.081>
17. Seaton F. M., Barrett G., Burden A., Creer S., Fitos E., Garbutt A., Robinson D. A. (). Soil health cluster analysis based on national monitoring of soil indicators. *European Journal of Soil Science*, 2020. 71(2), 278–295. DOI: <https://doi.org/10.1111/ejss.12958>
18. Huang J., Wang Y., Liu Z. R., Zhang Y. (). Evaluation on potential ecological risk of heavy metals in soil of Yanjiao. *Advanced Materials Research*, 2014. 1044-1045, 314–318. DOI: <https://doi.org/10.4028/WWW.SCI-ENTIFIC.NET/AMR.1044-1045.314>
19. Neagu A., Soceanu A., Birghila S. Analysis of soils parameters in correlation with vegetation period. *Revista de Chimie*, 2020. Vol. 71. N 9. P.326–331. DOI: <https://doi.org/10.37358/rc.20.9.8331>
20. Purnama T. J., Wijayanto N., Wasis B. Assessing soil properties in various agroforestry lands in Kuningan District, West Java, Indonesia using Visual Evaluation of Soil Structure (VESS). *Biodiversitas*, 2022. Vol.23. N 6. P. 3112–3120. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230628>
21. Bono J. A., Macedo M., Tormena C. A. Qualidade física do solo em um latossolo vermelho da região sudoeste dos cerrados sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2013. Vol. 37. N 3. P. 591–599. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000300021>
22. Sinore T., Chernet M., Detamo K., Yohannes M. Effect of soil management practices on soil physico-chemical properties: A case of Wera Sub-Watershed, Southern Ethiopia. *Advances in Agriculture*, 2022, Article ID 5370477. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/5370477>
23. Крайнюков О. М., Хоменко А. С., Крайнюков А. О. Еколого-токсикологічна оцінка якості ґрунтів в межах впливу нафтопереробного підприємства. *Молодий вчений*. 2020. № 1. С. 113–119. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-1-77-25>
24. Крайнюков О., Кривицька І., Найдьонова О. Еколого-токсикологічна оцінка якості ґрунтів, які знаходяться під впливом Зміївської ТЕС. *Молодий вчений*, 2023. № 12 (124), 12-16. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2023-12-124-22>
25. Крайнюков О. М., Мірошніченко І. М., Сябрук О. М., Гладких Є. О. Вплив нафтового забруднення на перебіг змін властивостей чорнозему та його фітотоксичність. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2022. Вип. 57. С. 296–306. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-57-22>

26. Кривицька І. А., Крайнюков О. М. Принципи та методи діагностики та моніторингу важких металів у ґрунті урбанізованих територій. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*. 2023. № 12 (146). С. 9–12. DOI: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2023-12>
27. Безсонний В. Л., Некос А. Н., Огородник А. М. Важкі метали в ґрунтах мегаполісів. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XX Всеукраїнських наукових Таліївських читань*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2024. С.85-87. URL: <https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2024/12/taliev-2024.pdf>
28. Гололобова О.О., Максимова Г.А. Оцінка техногенного навантаження на природне середовище за допомогою комплексних показників забруднення. *Охорона довкілля: зб-к наук. праць VIII Всеукр. наук. Таліївських читань*. Харків. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна. 2012. С. 27–32. URL: <https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2019/11/taliev-2012.pdf>
29. Гололобова О. О., Пасько М. А. Екологічний стан ґрунтів у природоохоронних ландшафтах Зміївського району Харківської області (на прикладі лісових заказників «Мохначанський», «Скрипаївський» та ботанічного заказника «Цикалово»). *Охорона довкілля: зб. наук. статей XI Всеукр. наук. Таліївських читань*. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2015. С. 149–153. URL: <https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2019/11/taliev-2015.pdf>
30. Hakanson L. An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. *Water Research*. 1980. DOI: [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(80\)90143-8](https://doi.org/10.1016/0043-1354(80)90143-8)
31. Long Z., Huang Y., Zhang W., Shi Z., Yu D., Chen Y. et al. Effect of different industrial activities on soil heavy metal pollution, ecological risk, and health risk. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2021. Vol. 193. N 1. P. 20. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08807-z>
32. Mohammadi A. A., Zarei A., Esmaeilzadeh M., Taghavi M., Yousefi M., Yousefi Z., et al. Assessment of Heavy Metal Pollution and Human Health Risks Assessment in Soils Around an Industrial Zone in Neyshabur Iran. *Biological Trace Element Research*, 2020. Vol.195. N 1. P. 343–352. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12011-019-01816-1>
33. Кисіль В. І. Вплив забруднення на стан земельних ресурсів. Земельні ресурси України. Київ: Аграрна наука, 1998. С. 36-65.
34. Мірошніченко М. М. Стійкість ґрунту як основа педоекологічного нормування забруднення: автореф. дис. на здоб. наук. ступеня д-ра біол. наук: спец. 03.00.18 «Ґрунтознавство» М. Мірошніченко. Харків, 2005. 38с.
35. Фатєєв А. І. Мірошніченко М. М., Пашенко Я. В, Самохвалова В. Л. Відновлення родючості техногенного забруднення ґрунтів: Історія і сучасність ґрунтознавства і агрохімії в Україні; за ред. Б.С. Носка. Харків. 2006. С. 176-183.
36. Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті, затвердженими Наказом Міністерства охорони здоров'я України 14 липня 2020 року № 1595, Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 31 липня 2020 р. за № 722/35005. Офіційний вісник України від 18.08.2020 — 2020 р., № 64, стор. 107, стаття 2084, код акта 100354/2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0722-20#Text>
37. Некос А. Н., Безсонний В. Л., Захарова М. А., Солдатенко М. А. Оцінка екологічного ризику, обумовленого забрудненням ґрунтів. *Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природо-користування: освіта – наука – виробництво – 2024: зб. мат. XXVI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 17-18 квітня 2024 року)*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2024. С. 96–98. URL: https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2024/05/tezi-xxvi_mezhd-konf-2024.pdf

Стаття надійшла до редакції 10.10.2024

Стаття рекомендована до друку 22.11.2024

V. L. BEZSONNYI, PhD (Technical), Associate Prof.,
Associate Professor of the Department of Environmental Safety and Environmental Education
e-mail: bezsonny@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8089-7724>
V. N. Karazin Kharkiv National University,
Svobody Sq, 4, Kharkiv, 61022, Ukraine
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics,
Nauky Ave., 9a, Kharkiv, 61166, Ukraine
A. N. NEKOS, DSc (Geography), Prof.,
Head of the Department of Environmental Safety and Environmental Education
e-mail: alnekos999@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1852-0234>
V. N. Karazin Kharkiv National University,
Svobody Sq, 4, Kharkiv, 61022, Ukraine
O. O. GOLOLOBOVA, PhD (Agriculture)
Associate Professor of the Department of Environmental Monitoring and Protected Area
e-mail: elena.gololobova@karazin.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5558-2114>
V. N. Karazin Kharkiv National University,
4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine

ASSESSMENT OF ECOLOGICAL RISK OF SOIL CONTAMINATION BY HEAVY METALS

Purpose. To assess the ecological risk of soil contamination by heavy metals and analyze their concentrations in protected areas in the Zmiivska community of the Kharkiv region and the impact zone of the Zmiivska TPP.

Methods. Field techniques, atomic absorption spectrophotometry; Hakanson methodology was applied to evaluate ecological risks, including the calculation of contamination factors (C_f), potential ecological risk indices (E_{ir}), and the total risk index (RI).

Results. The study involved soil sampling from four locations: the botanical reserves "Tsykalove," "Mokhnachanskyi," "Skrypaivskyi," and the area near the Zmiivska TPP. The concentrations of heavy metals in soils from the protected areas (reserves "Tsykalove," "Mokhnachanskyi," and "Skrypaivskyi") did not exceed permissible levels, except for elevated zinc and iron content. In the soils near the Zmiivska TPP, significant exceedances of background levels were observed: iron, copper, cobalt and zinc. The total risk indices (RI < 4) for protected areas indicated low ecological risk: "Tsykalove," "Mokhnachanskyi," and "Skrypaivskyi". However, the Zmiivska TPP area (RI = 25,98) demonstrated a much higher risk. The highest potential risk indices (E_{ir}) were associated with cobalt and cadmium.

Conclusions. Soil contamination by heavy metals in the Zmiivska community is localized, with the most hazardous concentrations observed near the Zmiivska TPP. The protected areas exhibit minor contamination risks, although high bioavailability of zinc and other metals indicates the need for continuous monitoring. The Hakanson methodology proved effective in evaluating health risks associated with heavy metal exposure. These findings highlight the necessity of mitigation measures, including emissions control, soil remediation, and reduced anthropogenic pressure.

KEYWORDS: heavy metals, ecological risk, soil, method of Hakanson, botanical reserve, Zmiivska TPP

References

1. Yatsuk, I., Dehtiarov, V., Tykhonenko, D., & Horin, M. (2016). Monitoring of natural soil and agricultural ecosystems as a scientific basis for soil diversity conservation. *Journal of Agroecology*, (4), 57-66. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2016.271211>
2. Gholizadeh, A., Saberioon, M., Ben-Dor, E., & Borůvka, L. (2018). Monitoring of selected soil contaminants using proximal and remote sensing techniques: Background, state-of-the-art and future perspectives. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 48(3), 243-278. <https://doi.org/10.1080/10643389.2018.1447717>
3. Zhukov, O., Kunakh, O., Yorkina, N. & Tutova A. (2023). Response of soil macrofauna to urban park reconstruction. *Soil Ecol. Lett.* 5, 220156 <https://doi.org/10.1007/s42832-022-0156-0>
4. Lv, Z. (2020). Construction of soil environment information management platform based on ArcGIS. *2020 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 546 032039. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/546/3/032039>

5. Tudor, B., & Bucevschi, B. T. (2021). Analysis of the Influence of Pesticides on the Soil in an Agricultural Area. *The Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati. Fascicle IX, Metallurgy and Materials Science*. 44, 4 (Dec. 2021), 60-66. <https://doi.org/10.35219/mms.2021.4.11>
6. Li, X., Zhu, W., Qin, Y., & Yin, F. (2019). Research Progress and Prospects of Soil Pollution Assessment and Prediction Models. 2019 *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 304 052042 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/304/5/052042>
7. Wang, Mingze & Liu, Dianfeng & Jia, Jinglei & Zhang, Xiaoyi. (2015). Global trends in soil monitoring research from 1999–2013: a bibliometric analysis. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*. 65. 483-495. <https://doi.org/10.1080/09064710.2015.1030443>
8. Li X., Zhu W., Qin Y., Yin F. (2019). Research Progress and Prospects of Soil Pollution Assessment and Prediction Models *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 340 (5), art. no. 052042. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/304/5/052042>
9. Keith, A. M., Griffiths, R. I., Henrys, P. A., Hughes, S., Lebron, I., Maskell, L. C., Smart, S. M. (2015). Monitoring soil natural capital and ecosystem services by using large-scale survey data. In M. Stromberger, N. Comerford, & D. Lindbo (Eds.), *Soil ecosystems services*. Madison, WI: Soil Science Society of America. <https://doi.org/10.2136/2015.soilecosystemsservices.2014.0070>
10. Zhang, Z. (2023). Analysis of Soil Pollution Status in Different Land Use Types. *Frontiers in Sustainable Development*. 3, 7 (Jul. 2023), 105–109. <https://doi.org/10.54691/fsd.v3i7.5338>
11. Gholizadeh, A., Saberioon, M., Ben-Dor, E., & Borůvka, L. (2018). Monitoring of selected soil contaminants using proximal and remote sensing techniques: Background, state-of-the-art and future perspectives. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 48(3), 243–278. <https://doi.org/10.1080/10643389.2018.1447717>
12. Jing Wang, Xianfeng Cheng, Qinhui Huang, Xi Ying. (2022). Analysis method of regional soil pollutants based on distributed sensing technology. *Proc. SPIE 12246, 2nd International Conference on Signal Image Processing and Communication (ICSIPC 2022)*, 1224604 (9 October 2022). <https://doi.org/10.1117/12.2643704>
13. Zhou, L.Y., Zuo, W.G., Li, Z.M., Luo, C.S. (2014). Research profiling of soil pollution from 2000 to 2013. *Advanced Materials Research*, 955-959, 3665-3670. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.955-959.3665>
14. Drozd, O., Zhuravel, M., Naidionova, O. Y., Lezhenina, I., & Polchaninova, N. (2018). The determination of local changes in the supporting ecosystem service of soil on the territory of oil and gas production. *Ecology and the Environment*, 18(2), 15–25. [https://doi.org/10.31471/2415-3184-2018-2\(18\)](https://doi.org/10.31471/2415-3184-2018-2(18))
15. Vashukevich, N., Gusev, A., Varnina, V. A., Chulkov, V., & Fedorov, A. (2022). Agroecological monitoring of soils in the educational and experimental farm of the Ural State Agrarian University. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1043(1), 012020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1043/1/012020>
16. Ande, O., & Senjobi, B. (2014). Land degradation assessment of agrarian soils in Ebonyin State for sustainable production. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 6(4), 150–158. <https://doi.org/10.5897/JENE10.081>
17. Seaton, F. M., Barrett, G., Burden, A., Creer, S., Fitos, E., Garbutt, A., ... & Robinson, D. A. (2020). Soil health cluster analysis based on national monitoring of soil indicators. *European Journal of Soil Science*, 71(2), 278–295. <https://doi.org/10.1111/ejss.12958>
18. Huang, J., Wang, Y., Liu, Z. R., & Zhang, Y. (2014). Evaluation on potential ecological risk of heavy metals in soil of Yanjiao. *Advanced Materials Research*, 1044-1045, 314–318. <https://doi.org/10.4028/WWW.SCI-ENTIFIC.NET/AMR.1044-1045.314>
19. Neagu, A., Soceanu, A., & Birghila, S. (2020). Analysis of soils parameters in correlation with vegetation period. *Revista de Chimie*, 71(9), 326–331. <https://doi.org/10.37358/rc.20.9.8331>
20. Purnama, T. J., Wijayanto, N., & Wasis, B. (2022). Assessing soil properties in various agroforestry lands in Kuningan District, West Java, Indonesia using Visual Evaluation of Soil Structure (VESS). *Biodiversitas*, 23(6), 3112–3120. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230628>
21. Bono, J. A., Macedo, M., & Tormena, C. A. (2013). Qualidade física do solo em um latossolo vermelho da região sudoeste dos cerrados sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37(3), 591–599. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000300021>
22. Sinore, T., Chernet, M., Detamo, K., & Yohannes, M. (2022). Effect of soil management practices on soil physico-chemical properties: A case of Wera Sub-Watershed, Southern Ethiopia. *Advances in Agriculture*, 2022, Article ID 5370477. <https://doi.org/10.1155/2022/5370477>
23. Krainiukov, O., Homenko, A., & Krainiukov, A. (2020). Environmental-toxicological assessment of soil quality in the limits of effect of oil treatment enterprise. *Young Scientist*. № 1. C. 113–119. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-1-77-25>

24. Krainiukov, O., Kryvytska, I., & Naidonova, O. (2023). Environmental and toxicological assessment of the quality of soils under the influence of smiivska TPP. *Young Scientist*, 12 (124), 12-16. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2023-12-124-22>.
25. Krainiukov, O., Miroshnychenko, I., Siabruk O., & Hladkikh, Y. (2022). Effect of oil contamination on the course of changes in chernozem properties and phytotoxicity. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series "Geology. Geography. Ecology"*, (57), 296-306. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-57-22>
26. Krainiukov, O., & Kryvytska, I. (2023). Principles and methods of diagnostic and monitoring of heavy metals in the soil of urbanized areas. *International Scientific Journal "Internauka"*. № 12 (146). С. 9–12. <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2023-12>
27. Bezsonnyi, V. L., Nekos, A. N., Ogorodnyk, A. M. (2024). Heavy metals in the soils of megacities. Environmental protection: collection of scientific articles of the 20th All-Ukrainian Scientific Taliiv Readings. Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University, P.85-87. Retrieved from <https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2024/12/taliiv-2024.pdf> (in Ukrainian)
28. Gololobova, O.O., & Maksimova, G.A. (2012). Assessment of technogenic load on the natural environment using complex pollution indicators. Environmental protection. Collection of scientific papers of the 8th All-Ukrainian scientific Taliiv readings. Kharkiv. Kharkiv: V. N. Karazin KhNU.. P. 27–32. Retrieved from <https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2019/11/taliiv-2012.pdf> (In Ukrainian)
29. Hololobova, O. O., & Pasko, M. A. (2015). Ecological state of soils in nature conservation landscapes of Zmiiv district, Kharkiv region (on the example of forest reserves "Mokhnachansky", "Skripaivsky" and botanical reserve "Tsykalovo"). *Environmental protection: collection of scientific articles of the XI All-Ukrainian scientific Taliiv readings*. Kharkiv: V. N. Karazin National University,. pp. 149–153. Retrieved from <https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2019/11/taliiv-2015.pdf> (In Ukrainian)
30. Hakanson, L. (1980). An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. *Water Research*. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(80\)90143-8](https://doi.org/10.1016/0043-1354(80)90143-8)
31. Long, Z., Huang, Y., Zhang, W., Shi, Z., Yu, D., Chen, Y., Liu, C., & Wang, R. (2021). Effect of different industrial activities on soil heavy metal pollution, ecological risk, and health risk. *Environmental Monitoring and Assessment*. 193(1), 20. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08807-z>
32. Mohammadi, A. A., Zarei, A., Esmaeilzadeh M., Taghavi M., Yousefi M., Yousefi, Z., Sedighi, F., & Javan, S. (2020). Assessment of Heavy Metal Pollution and Human Health Risks Assessment in Soils Around an Industrial Zone in Neyshabur Iran. *Biological Trace Element Research*. 195(1), 343–352. <https://doi.org/10.1007/s12011-019-01816-1>
33. Kysil, V. I. The impact of pollution on the state of land resources. *Land resources of Ukraine*. Kyiv: Agrarian science, 1998. P. 36-65. (In Ukrainian)
34. Miroshnychenko, M. M. (2005). Soil stability as a basis for pedoecological regulation of pollution: author's abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Science in Biology: special 03.00.18 "Soil science" M. Miroshnychenko. Kharkiv,. 38p. (In Ukrainian)
35. Fateyev, A.I., Miroshnychenko, M.M., Pashchenko, Ya. V, Samokhvalova, V. L. (2006). Restoration of fertility of technogenic soil pollution: History and modernity of soil science and agrochemistry in Ukraine.; edited by B. S. Noska. Kharkiv.. P. 176-183. (In Ukrainian)
36. Hygienic regulations for the permissible content of chemical substances in soil, approved by the Order of the Ministry of Health of Ukraine dated July 14, 2020 No. 1595, Registered with the Ministry of Justice of Ukraine on July 31, 2020 under No. 722/35005. Official Gazette of Ukraine dated August 18, 2020 — 2020, No. 64, p. 107, article 2084, act code 100354/2020. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0722-20#Text> (In Ukrainian)
37. Nekos, A. N., Bezsonny, V. L., Zakharova M. A., & Soldatenko M. A. (2024). Assessment of environmental risk caused by soil pollution. Ecology, environmental protection and balanced nature management: education – science – production – 2024: collection of materials. XXVI International Scientific and Practical Conference (Kharkiv, April 17-18, 2024). Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University, 2024. pp. 96–98. Retrieved from https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2024/05/tezi-xxvi_mezhd-konf-2024.pdf (In Ukrainian)

The article was received by the editors 10.10.2024

The article is recommended for printing 22.11.2024

БІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-31-03>

УДК (UDC): 598.288.6:591.557

Л. М. ЛІТВІН¹,

аспірантка кафедри зоології

e-mail: lianalitvin265@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8138-5480>

А. Б. ЧАПЛИГІНА¹, д-р біол. наук, проф.,

завідувачка кафедри зоології

e-mail: iturdus@ukr.net

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3574-5120>

¹Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди
вул. Алчевських, 29, Харків, 61002, Україна

ЕКОЛОГІЯ РОЗМНОЖЕННЯ ОЧЕРЕТЯНКИ ВЕЛИКОЇ (*ACROCEPHALUS ARUNDINACEUS*) В УМОВАХ ДРЕНАЖНОГО КАНАЛУ ПОЛТАВСЬКОГО ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО КОМБІНАТУ

Мета. Дослідити екологію розмноження очеретянки великої *Acrocephalus arundinaceus* на території дренажного каналу Полтавського гірничо-збагачувального комбінату задля збереження виду в умовах техногенного ландшафту.

Методи. Польові: обліки птахів на постійних маршрутах. Статистичні: обробка даних.

Результати. Досліджено особливості екології великих очеретянок у межах дренажного каналу. Проаналізовано біотопічні умови, гніздові адаптації та динаміку чисельності виду. Встановлено зменшення гніздової щільності очеретянок від 11,8 пари/км² (2022 р.) та 9,5 пари/км² (2023 р.) до 6,2 пари/км² (2024 р.), воно пов'язано з кількома факторами, але найбільш всього це обумовлено з турбування під час гніздового періоду та абіотичні чинники. Доведено, що дренажні канали з густою прибережною рослинністю, забезпечують сприятливе середовище для гніздування та живлення птахів. Досліджено поведінкові стратегії гніздування очеретянок та їхню реакцію на паразитизм з боку зозулі (*Cuculus canorus*). Репродуктивний період очеретянки великої становив приблизно 41 день, це залежало від зовнішніх умов середовища (природні фактори, доступність корму). Гнізда розташовані на висоті 120–160 см над рівнем води, щоб уникнути затоплення під час підвищення води в дренажному каналі. Середня відстань між сусідніми гніздами становила 28,3±3,5 м. Необхідно впровадити відповідні заходи, щоб збільшити чисельність гніздової популяції великої очеретянки на дренажному каналі.

Висновки. Охарактеризовано роль штучних водно-болотних угідь у підтриманні біорізноманіття. Запропоновано рекомендації щодо збереження очеретянок великих шляхом мінімізації негативних впливів, підтримання стабільності екосистеми дренажного каналу та регулярний моніторинг даної техногенної території.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: очеретянка велика, зозуля звичайна, чисельність, дренажний канал

Як цитувати: Літвін Л. М., Чаплигіна А. Б. Екологія розмноження очеретянки великої (*Acrocephalus arundinaceus*) в умовах дренажного каналу Полтавського гірничо-збагачувального комбінату. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2024. Вип. 31. С. 35 – 43. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-31-03>

In cites: Litvin, L. M., Chaplygina, A. B. (2024). Reproductive ecology of the great reed warbler (*Acrocephalus arundinaceus*) in the conditions of the drainage canal of the Poltava mining and processing plant. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series Ecology*, (31), 35 - 43 <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-31-03>

Вступ

Очеретянка велика (*Acrocephalus arundinaceus*) заселяє різного типу водно-болотні угіддя Європи та Азії [1-5]. У Полтавській області очеретянка велика – звичайний, місцями численний, гніздовий та перелітний вид [6, 7]. Внаслідок трансформації природних водойм, цей мігруючий птах може змінювати гніздові екологічні стереотипи [8, 9, 10]. Дотепер досліджено різні аспекти поведінки [11], екології [12, 13], статусу збереження цього виду [14].

Успішність гніздування очеретянки великої залежить від густоти очерету, що забезпечує виду кращий захист від хижаків та сприяє виведенню пташенят [15, 16, 17].

Мета Дослідити екологію розмноження очеретянки великої *Acrocephalus arundinaceus* на території дренажного каналу Полтавського гірничо-збагачувального комбінату задля збереження виду в умовах техногенного ландшафту.

Об'єкт та методи дослідження

Проаналізовано дані спостережень за гніздуванням очеретянки великої протягом 2022–2024рр. на території Полтавського гірничо-збагачувального комбінату, що знаходиться у м. Горішні Плавні. Основні обліки чисельності (з картуванням) проводили вздовж дренажного каналу (довжиною 17 км), який прокладено навколо хвостосховища підприємства, для збору фільтраційних вод, зменшення їх витрат і запобігання потраплянню в ґрунтові води (Рис. 1). У випадку надмірного обсягу фільтраційних вод, їх надлишок перехоплює обвідний канал, що прилягає до стариць річки Сухий Кобелячок та заплавних луків, захищаючи прилеглі

території від перезволоження та супутнього забруднення. Уздовж берегів дренажного каналу росте очерет звичайний (*Phragmites australis*) – розріджені зарості різної ширини, а територія межує з одного боку з на-сипною дамбою хвостосховища, а з іншого – з власною дамбою, вкритою деревно-чагар-никовою рослинністю. Маршрутні обліки птахів проводили за допомогою точкових, облікових методів [18]. Відстані визнача-ються візуально та позначається на карті (*OsmAnd*) відміткою, де зареєстрували птаха. Під час дослідження використовували бінокль з 12-кратним збільшенням та фото-апарат Nikon coolpix L820.



Рис.1 – Схематичне розташування дренажного каналу на території ПГЗК (GoogleMaps)

Fig. 1 – Schematic location of the drainage channel on the territory of the PGZK (Google Maps)

Абсолютні обліки проводили щонайменше раз на тиждень, враховуючи птахів як візуально, так і за їхніми голосами. Дослідження здійснювались відповідно до прин-

ципів біоетики, згідно положеннями Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються в експериментах та інших наукових цілях.

Результати

Міграція. Терміни прильоту очеретянок великих можуть варіювати в залежності від погодних умов. Зміни в температурі, наявності корму в природному середовищі, впливають на час і маршрут міграції. Гніздування птахів відбувається у відповідності до наявної водної рослинності – очерету та іншого різно-трав'я, які поросли вздовж берега дренажного каналу суцільною смугою різної ширини. Приліт очеретянки великої на каналі в 2022 році починався з третьої декади квітня, в 2023-2024 з першої декади травня, вперше птаха почули – 5.05.2023, 2.05.2024.

Період активного співу самця в першій та другій декаді червня 2022 року, в третій декаді травня та третій декаді червня 2023 року та в третій декаді травня 2024. Період відльоту птахів з території спостерігали з кінця серпня.

Чисельність та щільність розмноження. Упродовж 2022-2024 рр. кількість особин очеретянки великої на дренажному каналі зменшується від 100 особин за сезон до 53 (рис.2).

Зменшення чисельності очеретянки великої обумовлене кількома факторами, більшість із яких пов'язані з турбуванням під час гніздового періоду. Зокрема, у 2023 році почалося будівництво паркану між дренажним і обвідними каналами, тому постійна присутність людей та техніки, могли стати причиною зменшення виду на даній території.

Середня щільність гніздування очеретянки великої становила: 11,8 пари/км² у 2022 році, 9,5 пари/км² – 2023 році, 6,2 пари/км² – 2024 році (Рис. 3).

Розмноження. Репродуктивний період очеретянки великої становить 41±1,5 день, залежно від швидкості будівництва гнізда, розміру кладки та зовнішніх умов, таких як: температура чи доступність корму. Включає такі етапи, як: будівництво гнізда до 7 днів, відкладання яєць займає 4–6 днів, у кладці зазвичай 4–6 яєць, інкубація яєць триває до 14 днів та вигодовування пташенят триває приблизно 10–14 днів, поки пташенята залишаються в гнізді.

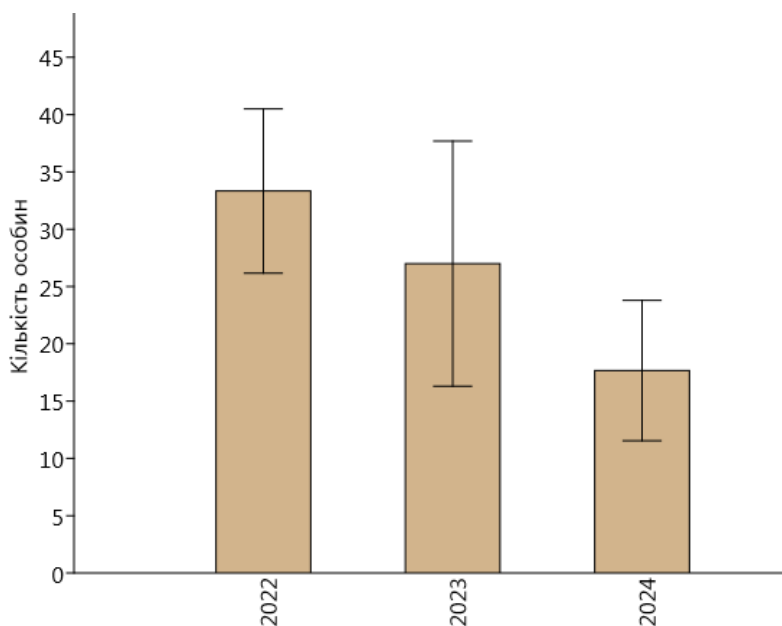


Рис. 2 – Кількість особин очеретянки великої за роками на території дренажного каналу ПГЗК

Fig. 2 – Number of individuals of the Great Warbler by year in the territory of the drainage canal of the PZK

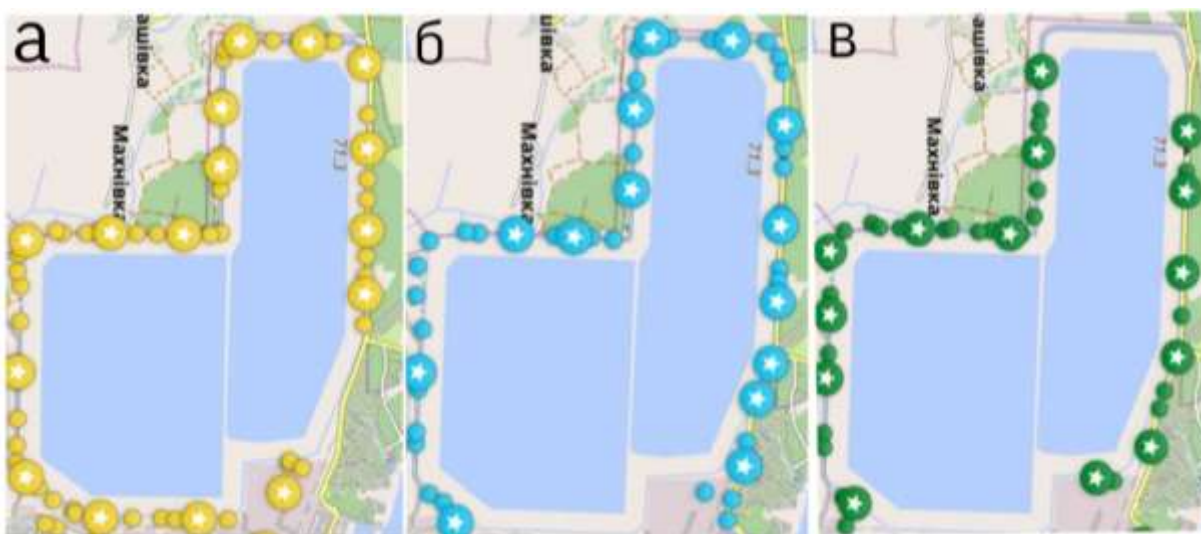


Рис. 3 – Розміщення очеретянки великої на дренажному каналі ПГЗК за роками:
а – 2022, б – 2023, в – 2024

Fig. 3 – Location of the Great Warbler on the drainage channel of the PGZK by year:
а – 2022, б – 2023, в – 2024

На дренажному каналі очеретянки робили гнізда, в основному, в зарослях очерету, на березі, що розташований ближче до хвостосховища, подалі від людей, транспорту та хижаків, що могли полювати на них (Рис 4). Виявлено гнізда зі сторони, що межують з обвідним каналом, але їх було не багато. Гнізда розташовані на висоті 120-160 см від води, щоб не затопило їх при

збільшенні води в дренажному каналі. Відстань між сусідніми гніздами становила у середньому $28,3 \pm 3,5$ метрів.

В одному з гнізд нам вдалося спостерігати пташеня зозулі (Рис.5). «Прийомні батьки» активно його вигодовували до моменту, коли воно залишає гніздо та своїми звуками тривоги відводили хижаків подалі від гнізда.



Рис. 4 – Гніздо очеретянки великої в заростях очерету (2023 р.)

Fig. 4 – Great Warbler nest in reed thickets (2023)



Рис. 5 – Пташення зозулі (*Cuculus canorus*) в гнізді очеретянки великої
Fig. 5 – Chicks of a cuckoo (*Cuculus canorus*) in a warbler's nest

Екологічний вплив на чисельність виду та шляхи захисту. Як ми вже вище зазначили, що на даній території відбувалося будівництво паркану та дороги між дренажним та обвідними каналами, що призвело до зменшення виду, але що саме вплинуло: витоптування бульдозерами очерету, шум, забруднення повітря машинами, постійне перебування біля каналу людей та багато техніки. У 2024 році будівництво поблизу каналу не проводилось, але весна та літо

характеризувались зниженням опадів та високою посухою, що могло вплинути на трофічну базу птахів.

Для збільшення чисельності гніздової популяції очеретянки великої на дренажному каналі, потрібно запровадити заходи, а саме: відновлення рівня води в каналі, обмеження будь-яких будівництв в прибережній зоні. Потрібен регулярний моніторинг чисельності та аналіз динаміки популяції очеретянки на даному маршруті.

Обговорення

Водно-болотні угіддя слугують екологічними коридорами для птахів під час міграції, забезпечуючи їм безпечні місця для відпочинку та живлення, як для гніздових, так і для мігруючих видів [19, 20, 7].

Дренажні канали стали важливою складовою агроландшафтів, завдяки регулюванню рівня ґрунтових вод, контролю засоленості ґрунтів та забезпечення зрошення посівів [21,22].

Дослідження показують, що ці канали можуть слугувати важливими осередками біорізноманіття, які потребують уваги природоохоронців у змінених сільськогосподарських ландшафтах [23].

Природоохоронні заходи, зокрема підтримка водного режиму та рослинності, здатні не лише зберігати наявне агробіорізноманіття, але й сприяти його зростанню, створюючи нові середовища та адаптуючи існуючі для залучення різних видів [24, 25].

Наявність очерету має ключову роль у виборі місць гніздування та успішному розмноженні очеретянки великої. Видалення очерету, особливо навесні перед початком сезону розмноження, значно знижує придатність середовища для цього виду. Щільні зарості очерету не тільки краще приховують гніздо від хижаків порівняно з рідкими, але й забезпечують ефективніший захист гнізда

парами очеретянок великих, що сприяє підвищенню успішності їхнього гніздування [26].

Чисельність великої очеретянки знижується в глобальному масштабі, але її охоронний статус за Червоним списком МСОП залишається категорією "Найменший ризик" [27].

Дренажний канал має важливу роль не лише для очеретянок великих, а й для інших

видів птахів, таких як: пастушки, водяні курочки, качки, чаплі, крячки та інші, а також є середовищем існування для інших хребетних тварин [28]. Їх можна вважати ключовими елементами екосистему сильно змінених антропогенним впливом ландшафтах. Вони потребують більшої уваги в природоохоронних заходах, ніж це здійснюється зараз [29].

Висновки

Дренажний канал має прибережну роль, що створює сприятливі умови для гніздування та живлення очеретянки великої. Завдяки наявності водних і напівводних комах, ця територія є важливим джерелом корму.

Густі зарості очерету сприяють високій гніздовій активності очеретянок, водночас створюючи умови для гніздового паразитизму зозулі.

Очеретянки великі демонструють міжрічні коливання чисельності, пов'язані з факторами турбування у гніздовий період.

Дослідження таких локальних популяцій є важливим для кращого розуміння адаптації очеретянок великих, їхньої екологічної ролі та внеску в збереження орнітофауни регіону. Це також підкреслює значення штучних водно-болотних угідь для підтримки глобального біорізноманіття.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автори повністю дотримувались етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. Закала О.. Гніздування великої очеретянки (*Acrocephalus arundinaceus* L.) на заході України. *Вісник Львівського Університету. Серія біологічна*, 2005. 39. С. 114-124.
2. Закала О.. Очеретянки як індикатори стану трансформації біотопів водних екосистем. *Фактори загрози біотичному різноманіттю: їх індикація та способи зниження негативної дії: матеріали наук. конф. (Шацьк, 2007)*. Львів: Сполом, 2007. С. 97–99.
3. Закала О. С.. Очеретянки роду *Acrocephalus* Naum.: біологія та міграції на заході України: дис. ... канд. біол. наук: 03.00.08. Львів, 2008. 208 с.
4. Mérő, T.O., Žuljević, A., & Lengyel, S.. Timing of reed management affects habitat use and breeding success in Great Reed Warblers: A field experiment on agricultural drainage canals. *Global Ecology and Conservation*. 2023. Vol. 48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02691>
5. Mérő, T.O., Žuljević, A., & Lengyel, S.. The role of reed management and habitat quality on brood parasitism and chick survival of the brood parasitic common Cuckoo. *Ecology and Evolution*. 2023. Vol. 13. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.9705>
6. Роговий Ю.Ф.(1998). Очеретянки річки Кагамлик (Полтавська область). Матеріали III конференції молодих орнітологів України (м. Київ, 14-15 березня 1998). *Беркут*. 1998. Вип.7. С. 121–123.
7. Chaplygina, A.B., Filatova, O.V., Litvin, L.M., & Nykyforov, V.V.. The main factors and prospects for the restoration of biodiversity in technogenic territories (on the example of the Poltava Mining and Processing Plant). *Biosystems Diversity*. 2023. Vol. 31 N. 1. P. 100-112. DOI: <https://doi.org/10.15421/012311>
8. Dyrce, A.. Factors affecting facultative polygyny and breeding results in the Great Reed Warbler (*Acrocephalus arundinaceus*). *Journal of Ornithology*. 1986. Vol. 127 N. 4. P. 447-461. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01640260>
9. Dyrce, A.. Breeding biology and ecology of different european and asiatic populations of the great reed warbler *Acrocephalus arundinaceus*. *Japanese Journal of Ornithology*. 1995. Vol.44. P. 123-142. DOI: <https://doi.org/10.3838/jjo.44.123>
10. Graveland, J.. Reed die-back, water level management and the decline of the Great Reed Warbler *Acrocephalus arundinaceus* in The Netherlands. *Ardea*. 1998. Vol. 86 N. 2. P. 187-201. DOI: <https://doi.org/10.2307/3677019>

11. Halupka L., Wróblewski J. Breeding Biology of Reed Warblers (*Acrocephalus scirpaceus*) at Milicz Fishponds in 1994. 1998. URL: https://www.researchgate.net/publication/236345211_Breeding_ecology_of_the_Reed_Warbler_Acrocephalus_scirpaceus_at_Milicz_Fishponds_in_1994
12. Надточий А.С., Кушнарєв І.О.. Екологія гніздовання камышевок в середньому теченні Северського Донця. *Птиці басейна Северського Донця: вивчення і охорона птахів басейна Северського Донця: матеріали 3-й конф.* Харків, 1994. Вип. 3. С. 47–49.
13. Гнатина О.С.. Живлення очеретянок роду *Acrocephalus*. *Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку*. Львів, 2008. С. 18–22.
14. Попельнюх В.В.. Процеси розширення ареалу дроздовидної очеретянки *Acrocephalus. Arundinaceus* L у північній межі поширення. *Матеріали Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції*. 2005. С. 105–106.
15. Bensch, S., Nilsson, A.L., & Åkesson, M.. Genetic similarity between parents predicts hatching failure: Nonincestuous inbreeding in the Great Reed Warbler? *Evolution*. 1994. Vol. 48 N. 2. P. 317–326. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1994.tb01314.x>
16. Кнапе, J., Sköld, M., Jonzén, N., Åkesson, M., Bensch, S., Hansson, B., & Hasselquist, D.. An analysis of hatching success in the great reed warbler *Acrocephalus arundinaceus*. *Oikos*, 2008. Vol. 117 N. 3. P. 430–438. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.2007.0030-1299.16266.x>
17. Царик Й.В., Гнатина О.С.. Очеретянки роду *Acrocephalus* наум. у системі консорцій. *Вісник Львівського університету*. 2015. Вип. 70. С. 155–161.
18. Guziy, A. Methods for bird censuses in forests. *Bird censuses: approaches, methodologies, results (Proceedings of the workshop on the unification of bird census methods in nature reserves of Ukraine, Ivano-Frankove, April 26–28)*. 1997. P. 18–48.
19. Fasola, M., & Ruiz, X. The value of rice fields as substitute for natural wetlands for waterbirds in the Mediterranean region. *Ecology, Conservation, and Management of Colonial Waterbirds in the Mediterranean Region*. 1996. Vol. 19. P. 122–128. DOI: <https://doi.org/10.2307/1521955>
20. Mérő, T.O., Žuljević, A., & Lengyel, S. Negative effect of roosting Starlings (*Sturnus vulgaris*) on clutch survival in the Great Reed Warbler (*Acrocephalus arundinaceus*). *Biologia*. 2016. Vol. 71 N. 3. P. 334–336. DOI: <https://doi.org/10.1515/biolog-2016-0036>
21. Sjored, van der Z., Stofberg, S.F., Yang, X., Liu, Y., Islam, M.N., & Hu, Y.F. Irrigation and drainage in agriculture: a salinity and environmental perspective. *Current Perspective on Irrigation and Drainage, IntechOpen, London*. 2017. P. 1–21. DOI: <https://dx.doi.org/10.5772/66046>
22. Літвін Л.М.. Різноманітність птахів дренажного та обвідного каналів Полтавського гірничо-збагачувального комбінату. *Вісник Ужгородського університету. Науковий вісник Ужгородського університету*. 2023. Серія Біологія, 54. С. 87–98. DOI: <https://doi.org/10.32782/1998-6475.2023.54.87-98>
23. Tölgyesi, C., Torma, A., Batori, Z., Šeat, J., Popović, M., Gallé, R., Gallé-Szpisjak, N., Erdős, L., Vinkó, T., Kelemen, A., & Török, P. Turning old foes into new allies – Harnessing drainage canals for biodiversity conservation in a desiccated European lowland region. *Journal of Applied Ecology*. 2022. Vol. 59. P. 89–102. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14030>
24. Holzkämper, A., & Seppelt, R. Evaluating cost-effectiveness of conservation management actions in an agricultural landscape on a regional scale. *Biological Conservation*. 2007. Vol. 136. P. 117–127. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.11.011>
25. Harvey, C.A., Komar, O., Chazdon, R., Ferguson, B.G., Finegan, B., Griffith, D.M., Martínez-Ramos, M., Morales, H., Nigh, R., Soto-Pinto L., Breugel, M., & Wishnie, M. Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican hotspot. *Conservation Biology*. 2008. Vol. 22. P. 8–15. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00863.x>
26. Mérő, T.O., & Žuljević, A. Nest position and reed density influence nest defence behaviour of Great Reed Warbler. *Ethology Ecology & Evolution*. 2017. Vol. 29. P. 94–101. DOI: <https://doi.org/10.1080/03949370.2015.1081295>
27. Dyrce, A. Great Reed Warbler (*Acrocephalus arundinaceus*). *Birds of the World, Cornell Lab of Ornithology*. Ithaca, NY, USA. 2020. DOI: <https://doi.org/10.2173/bow.grrwar1.01>
28. Чаплигіна А.Б., Літвін Л.М.. Орнітофауна дренажного каналу Полтавського гірничо-збагачувального комбінату. *III Міжнародна науково-практична конференція «Природничка наука й освіта: сучасний стан і перспективи розвитку»*. Харків. 2022. С. 42–43.
29. Lengyel, S., Mester, B., Szabolcs, M., Szepesváry, Cs., Szabó, Gy., Polyák, L., Boros, Z., Mizsei, E., Málnás, K., Mérő, T.O., & Aradi, C. Restoration for variability: emergence of the habitat diversity paradigm in terrestrial ecosystem restoration. *Restoration Ecology*. 2020. Vol. 28. P. 1087–1099. DOI: <https://doi.org/10.1111/rec.13218>

Стаття надійшла до редакції 15.10.2024

Стаття рекомендована до друку 22.11.2024

L. M. LITVIN¹,

PhD student at the Department of Zoology

e-mail: lianalitvin265@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8138-5480>

A. B. CHAPLYGINA¹, DSc (Biology), Professor,

Head of the Department of Zoology

e-mail: iturdus@ukr.net

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3574-5120>

¹H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University

29 Alchevskykh St., Kharkiv, 61002, Ukraine

REPRODUCTIVE ECOLOGY OF THE GREAT REED WARBLER (*ACROCEPHALUS ARUNDINACEUS*) IN THE CONDITIONS OF THE DRAINAGE CANAL OF THE POLTAVA MINING AND PROCESSING PLANT

Purpose. To investigate the reproduction ecology of the great warbler *Acrocephalus arundinaceus* in the territory of the drainage canal of the Poltava Mining and Processing Plant in order to preserve the species in the conditions of a technogenic landscape.

Methods. Field: bird counts on permanent routes. Statistical: processing of the obtained data.

Results. The ecological features of large warblers within the drainage canal were studied. Biotope conditions, nesting adaptations, and population dynamics of the species were analyzed. A decrease in the nesting density of warblers from 11.8 pairs/km² (2022) and 9.5 pairs/km² (2023) to 6.2 pairs/km² (2024) has been established, it is associated with several factors, but most of all it is due to disturbance during the nesting period and abiotic factors. It has been proven that drainage canals with dense riparian vegetation provide a favorable environment for nesting and feeding birds. The behavioral nesting strategies of warblers and their response to parasitism by the cuckoo (*Cuculus canorus*) have been studied. The reproductive period of the Great Warbler was approximately 41 days, depending on external environmental conditions (natural factors, food availability). The nests are located at a height of 120–160 cm above the water level to avoid flooding during rising water levels in the drainage canal. The average distance between neighboring nests was 28.3±3.5 m. Appropriate measures should be implemented to increase the number of the Great Warbler nesting population on the drainage canal.

Conclusions. The role of artificial wetlands in maintaining biodiversity is described. Recommendations are proposed for the conservation of greater warblers by minimizing negative impacts, maintaining the stability of the drainage canal ecosystem, and regular monitoring of this man-made area.

KEYWORDS: Great warbler, cuckoo, abundance, drainage canal

References

1. Zakala, O. (2005). Nesting of the great reed warbler (*Acrocephalus arundinaceus* L.) in western Ukraine. *Bulletin of Lviv University, Biological Series*, 39, 114–124. (in Ukrainian)
2. Zakala, O. (2007). Reed warblers as indicators of habitat transformation in aquatic ecosystems. In *Factors Threatening Biotic Diversity: Their Indication and Methods for Reducing Negative Impacts: Conference Materials (Shatsk, 2007)*. Lviv: Spolom, 97–99. (in Ukrainian)
3. Zakala, O. S. (2008). Reed warblers of the genus *Acrocephalus* Naum.: Biology and migration in western Ukraine (PhD dissertation in biological sciences, specialty 03.00.08). Lviv, 208. (in Ukrainian)
4. Mérő, T.O., Žuljević, A., & Lengyel, S. (2023). Timing of reed management affects habitat use and breeding success in Great Reed Warblers: A field experiment on agricultural drainage canals. *Global Ecology and Conservation*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02691>
5. Mérő, T.O., Žuljević, A., & Lengyel, S. (2023). The role of reed management and habitat quality on brood parasitism and chick survival of the brood parasitic common Cuckoo. *Ecology and Evolution*, 13. <https://doi.org/10.1002/ece3.9705>
6. Rogovyi, Yu. (1998). Warblers of the Kagamlyk River (Poltava Region). *Proceedings of the 3rd Conference of Young Ornithologists of Ukraine (Kyiv, March 14–15), Berkut*, 7, 121–123. (In Ukrainian)
7. Chaplygina, A.B., Filatova, O.V., Litvin, L.M., & Nykyforov, V.V. (2023). The main factors and prospects for the restoration of biodiversity in technogenic territories (on the example of the Poltava Mining and Processing Plant). *Biosystems Diversity*, 31(1), 100–112. <https://doi.org/10.15421/012311>
8. Dyrz, A. (1986). Factors affecting facultative polygyny and breeding results in the Great Reed Warbler (*Acrocephalus arundinaceus*). *Journal of Ornithology*, 127(4), 447–461. <https://doi.org/10.1007/BF01640260>
9. Dyrz, A. (1995). Breeding biology and ecology of different european and asiatic populations of the great reed warbler *Acrocephalus arundinaceus*. *Japanese Journal of Ornithology*, 44, 123–142. <https://doi.org/10.3838/jjo.44.123>

10. Graveland, J. (1998). Reed die-back, water level management and the decline of the Great Reed Warbler *Acrocephalus arundinaceus* in The Netherlands. *Ardea*, 86(2), 187-201. <https://doi.org/10.2307/3677019>
11. Halupka L., Wróblewski J. (1998). Breeding Biology of Reed Warblers (*Acrocephalus scirpaceus*) at Milicz Fishponds in 1994. URL: https://www.researchgate.net/publication/236345211_Breeding_ecology_of_the_Reed_Warbler_Acrocephalus_scirpaceus_at_Milicz_Fishponds_in_1994
12. Nadtochiy, A. S., & Kushnarev, I. O. (1994). Ecology of nesting reed warblers in the middle reaches of the Siverskyi Donets River. *Birds of the Siverskyi Donets Basin: Study and Conservation of Birds in the Siverskyi Donets Basin: Materials of the 3rd Conference (Kharkiv, 1994)*, 3, 47–49. (In Ukrainian)
13. Hnatyna, O. (2008). Feeding of Warblers of the Genus *Acrocephalus*. *State and Biodiversity of Ecosystems in Shatsk National Nature Park (Lviv, September 11–14)*, 18–22. (In Ukrainian)
14. Popelnuyh, V. (2005). Range Expansion Processes of the Great Reed Warbler (*Acrocephalus arundinaceus* L.) at the Northern Edge of Its Distribution. *Materials of the All-Ukrainian Student Scientific-Practical Conference*, 105–106. (In Ukrainian)
15. Bensch, S., Nilsson, A.L., & Åkesson, M. (1994). Genetic similarity between parents predicts hatching failure: Nonincestuous inbreeding in the Great Reed Warbler? *Evolution*, 48(2), 317–326. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1994.tb01314.x>
16. Knappe, J., Sköld, M., Jonzén, N., Åkesson, M., Bensch, S., Hansson, B., & Hasselquist, D. (2008). An analysis of hatching success in the great reed warbler *Acrocephalus arundinaceus*. *Oikos*, 117 (3), 430-438. <https://doi.org/10.1111/j.2007.0030-1299.16266.x>
17. Tsaryk, Y. V., & Hnatyna, O. S. (2015). Reed warblers of the genus *Acrocephalus* Naum. in the consortia system. *Bulletin of Lviv University*, 70, 155–161. (In Ukrainian)
18. Guziy, A. (1997). Methods for bird censuses in forests. *Bird censuses: approaches, methodologies, results (Proceedings of the workshop on the unification of bird census methods in nature reserves of Ukraine, Ivano-Frankove, April 26–28)*, 18–48. (In Ukrainian)
19. Fasola, M., & Ruiz, X. (1996). The value of rice fields as substitute for natural wetlands for waterbirds in the Mediterranean region. *Ecology, Conservation, and Management of Colonial Waterbirds in the Mediterranean Region*, 19, 122-128. <https://doi.org/10.2307/1521955>
20. Mérő, T.O., Žuljević, A., & Lengyel, S. (2016). Negative effect of roosting Starlings (*Sturnus vulgaris*) on clutch survival in the Great Reed Warbler (*Acrocephalus arundinaceus*). *Biologia*, 71(3), 334-336. <https://doi.org/10.1515/biolog-2016-0036>
21. Sjoried, van der Z., Stoffberg, S.F., Yang, X., Liu, Y., Islam, M.N., & Hu, Y.F. (2017). Irrigation and drainage in agriculture: a salinity and environmental perspective. *Current Perspective on Irrigation and Drainage*, IntechOpen, London, 1-21. <https://dx.doi.org/10.5772/66046>
22. Litvin, L. (2023). Bird Diversity Near the Drainage and the Bypass Canals on the territory of the Poltava Mining and Processing Plant. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University*, 53, 87–98. <https://doi.org/10.32782/1998-6475.2023.54.87-98> (In Ukrainian).
23. Tölgyesi, C., Torma, A., Bátori, Z., Šeat, J., Popović, M., Gallé, R., Gallé-Szpisjak, N., Erdős, L., Vinkó, T., Kelemen, A., & Török, P. (2022). Turning old foes into new allies – Harnessing drainage canals for biodiversity conservation in a desiccated European lowland region. *Journal of Applied Ecology*, 59, 89-102. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14030>
24. Holzkämper, A., & Seppelt, R. (2007). Evaluating cost-effectiveness of conservation management actions in an agricultural landscape on a regional scale. *Biological Conservation*, 136, 117-127. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.11.011>
25. Harvey, C.A., Komar, O., Chazdon, R., Ferguson, B.G., Finegan, B., Griffith, D.M., Martínez-Ramos, M., Morales, H., Nigh, R., Soto-Pinto L., Breugel, M., & Wishnie, M. (2008). Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican hotspot. *Conservation Biology*, 22, 8-15. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00863.x>
26. Mérő, T.O., & Žuljević, A. (2017). Nest position and reed density influence nest defence behaviour of Great Reed Warbler. *Ethology Ecology & Evolution*, 29, 94-101. <https://doi.org/10.1080/03949370.2015.1081295>
27. Dyrz, A. (2020). Great Reed Warbler (*Acrocephalus arundinaceus*). *Birds of the World, Cornell Lab of Ornithology*. Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.grwar1.01>
28. Chaplygina, A., & Litvin, L. (2022). Ornithofauna of the Drainage Canal of the Poltava Mining and Processing Plant. *Proceedings of the 3rd International Scientific-Practical Conference; Natural Sciences and Education: Current State and Prospects (Kharkiv, September 20–22)*, 42–43. (In Ukrainian)
29. Lengyel, S., Mester, B., Szabolcs, M., Szepesváry, Cs., Szabó, Gy., Polyák, L., Boros, Z., Mizsei, E., Málnás, K., Mérő, T.O., & Aradi, C. (2020). Restoration for variability: emergence of the habitat diversity paradigm in terrestrial ecosystem restoration. *Restoration Ecology*, 28, 1087-1099. <https://doi.org/10.1111/rec.13218>

The article was received by the editors 15.10.2024

The article is recommended for printing 22.11.2024

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-31-04>
УДК (UDC): 502/504+57.02

Є. І. ІВАНЕНКО, канд. географ. наук
науковий співробітник відділу ландшафтознавства
e-mail: ivanenko_eugene@ukr.net ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8783-9930>
Інститут географії, Національна академія наук України
вул. Володимирська, 44, м. Київ, 01054, Україна.

АНАЛІЗ ВИПАДКІВ ПОЯВИ ЛОСЯ (ALCES ALCES) У ПЕРЕТВОРЕНОМУ СЕРЕДОВИЩІ М. КИЄВА

Мета. Обґрунтування та апробація методики аналізу випадків появи лося у м. Києві на основі даних ЗМІ, визначення просторових та хронологічних закономірностей.

Методи. Системний аналіз, картографічний, статистичний.

Результати. В результаті дослідження даних ЗМІ, зібраних з початку 2010 року по жовтень 2024 року, виявлено 26 окремих випадків появи лося у межах перетвореного середовища м. Києва та у безпосередній близькості до міста. Перший випадок відображений у ЗМІ у травні 2015 р. На основі цих даних розроблено методику, укладено таблицю та картосхему, що дозволило провести просторовий та хронологічний аналіз появи лося у перетвореному середовищі м. Києва.

Висновки. Використовуючи методику аналізу випадків появи лося у м. Києві, визначено три природні осередки появи лося у перетвореному середовищі міста: Святошинський, Голосіївський та Дарницький. Лосі можуть заглиблюватись у міське середовище Києва на понад 2 км, а у окремих випадках – понад 6 км, долаючи значні природні та антропогенні перешкоди. Виявлено два періоди збільшення випадків появи лося – 2017-2024 рр. та 2023-2024 рр. Попередні припущення щодо причин першого періоду – заборона полювання на лося з 2017 року, щодо другого періоду – повна заборона полювання з 2022 року.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: лось, міське середовище, перетворене середовище, природний осередок, дані ЗМІ

Як цитувати: Іваненко Є. І. Аналіз випадків появи лося (*Alces alces*) у перетвореному середовищі м. Києва. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2024. Вип. 31. С. 44 - 57. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-31-04>

In cites: Ivanenko, E. I. (2024). Analysis of cases of moose (*Alces alces*) occurrence in the transformed environment of Kyiv. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series Ecology*, (31), 44 - 57. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-31-04>

Вступ

Лось (*Alces alces*) є найбільшим представником родини оленевих та другою за розміром після зубра твариною у фауні України. З 9 листопада 2017 року він внесений до Червоної книги України і полювання на нього дотепер заборонене.

Поширення та чисельність лося на території України за останнє століття були дуже нестабільними. До середини ХХ ст. він взагалі не фіксувався на території України. Лише з 50-х років почала з'являтися стабільна популяція. Ареал до 80-х років розширився на більшу частину України, крім де-

яких степових регіонів, частини Карпат, Закарпаття та Кримських гір. З відновленням незалежності України його популяція почала зменшуватись. Ареал на 2009 рік займав Полісся і частину лівобережного лісостепу [1, 2]. Але за останні 7 років, з моменту заборони полювання на лося, його популяція стабільно збільшується. За цей період в межах території наданих в користування мисливських угідь вона зросла на 11% [3].

Зі зростанням популяції та розширенням ареалу лося стають більш частими зустрічі цієї тварини з людиною. Зокрема вони

частішають у містах, передмістях та на дорогах. Враховуючи специфічну поведінку лося – тварина менш мобільна та менш полохлива, ніж, наприклад, інші види з родини оленевих, такі як олень чи сарна, він часто стає причиною ДТП на дорогах або травмується, пересуваючись містом.

Останніми роками стали більш частими випадки зустрічі лося в адміністративних межах м. Києва, зокрема – безпосередньо у міській забудові. Місто знаходиться у сучасному ареалі поширення лося, воно оточене характерними для цього виду біотопами – лісами та болотами, значна частина яких входить до природно-заповідного фонду України, і сполучене неперервними екологічними коридорами з великими осередками популяцій цих тварин, що знаходяться на півночі, зокрема – у Чорнобильській зоні. У наступні роки можна прогнозувати подальше збільшення популяції лося в Україні, зокрема на її півночі і довкола Києва. Таким чином, випадків появи лося у Києві та на його околицях буде більше. У багатьох таких випадках тварина гине або травмується. Тому це потребує моніторингу, прогнозування, контролю та до певної міри модифікації.

У дослідженні зібраний максимально повний перелік випадків зустрічі лося з людиною, зафіксованих у ЗМІ, у межах перетвореного середовища м. Києва та його околиць. Фіксування таких випадків у ЗМІ слід відрізняти від фіксування таких випадків спеціалістами і розглядати як окремий, самодостатній, інтегральний феномен, що відображає:

1) факт наявності тварини у перетвореному середовищі;

2) більш «заглиблене» перебування тварини у перетвореному середовищі, яке можуть зафіксувати неспеціалісти (на відміну від, наприклад, пересування тварин у сутінках чи вночі по межі перетвореного та природного середовища, яке більш доступне для фіксування спеціалістами).

3) важливість для неспеціалістів факту перебування лося у перетвореному середовищі міста.

Факт перебування лося у перетвореному середовищі без відображення його у ЗМІ не є випадковим. Це може відбутись через хоча б один з наступних факторів:

- 1) відсутність спостерігачів;
- 2) занадто велика віддаль, щоб розглядіти та зафіксувати тварину на фото/відео;
- 3) темна пора доби;

4) короткотривале перебування.

Всі ці фактори свідчать про менше «заглиблення» тварини у перетворене середовище. Таким чином, дані ЗМІ відображають соціально важливі, «заглиблені» у перетворене середовище випадки перебування лося у місті і є окремим предметом дослідження.

Методика аналізу даних ЗМІ більш споріднена не з класичними популяційними дослідженнями, а з методикою опитування респондентів-жителів міста. Методика опитування у випадку м. Києва і інших міст України не буде об'єктивною через поки що малу кількість випадків появи лося у містах у порівнянні, наприклад, з країнами півночі Європи чи Канади.

При цьому, екологічна ємність наших лісів та динаміка зростання популяції лося в Україні останніх років говорить про те, що кількість тварин у майбутньому може збільшитись у рази, а локально – на порядок чи навіть – на порядки. А це очікувано буде відображено у збільшенні кількості випадках появи лосів у містах з відповідними наслідками і необхідністю прийняття управлінських рішень.

Таким чином, аналіз даних ЗМІ є початковим етапом розкриття проблематики взаємодії лося і людини у містах України. Більше того, це чи не єдиний метод оцінити цю проблематику ретроспективно.

Дані, отримані у статті, у науковій сфері мають цінність для визначення зв'язку частоти появи лося у місті зі збільшенням його загальної популяції у регіоні. Вони дозволять визначити чи є ця кореляція пряма, чи, можливо, великий вплив на неї справляє заборона полювання, військова діяльність чи інші фактори.

В управлінській сфері дана стаття може служити обґрунтуванням для прийняття відповідних рішень, як наприклад, встановлення знаків на дорогах, відмежування автошляхів огорожею, інструктування спеціальних служб та поліції тощо.

Динаміку чисельності та ареалу поширення лося в Україні за різні періоди починаючи з середини ХХ ст. відображено у роботах таких авторів: Волох А. М. [4], Домніч В. І., Делеган І. В., Малеванова М. О. [2, 5], Ковальчук О. [6], Смаголь В. Н., Гавриш Г. Г., Салганский-мл А. А. [1], Борецько В. [3].

Дослідження лося в урбанізованому середовищі, його поведінки у ньому та його

взаємодії з людиною було проведено у багатьох регіонах світу, зокрема у провінції Британська Колумбія (Канада) [7], у штаті Аляска (США) [8], у штаті Нью Йорк (США) [9], у південно-західній Швеції [10].

Методика

В роботі досліджується перебування лося у межах м. Києва, зокрема – у його перетвореному середовищі. Під перетвореним середовищем міста у даному дослідженні розуміється середовище значно перетворене людиною – асфальтовані дороги, забудовані території, промислові зони, штучні, невеликі, відокремлені від природного середовища парки. Господарські ліси теж можна вважати перетвореним середовищем, але для даного дослідження порівняно невелика міра їх перетвореності дозволяє вважати їх природним середовищем.

Дослідження ґрунтується на основі аналізу даних ЗМІ. Фіксування перебування лося у межах міста такими методами достатньо об'єктивне. У багатьох інших випадках, коли відрізняється об'єкт дослідження (наприклад, малі ссавці) або середовище його перебування (наприклад, сільська місцевість), такий підхід матиме меншу інформативність та об'єктивність або взагалі буде неможливим.

Причини об'єктивності такого підходу у випадку даного дослідження:

1. Лось може перебувати близько до міських поселень і у деяких дослідженнях він класифікується як найбільший міський ссавець [8]. Він не дуже боїться людської присутності та акустичного забруднення. У місті його можуть привабити зелені зони як частина шляху його пересування або у якості кормової бази.

2. Лось доволі рідкісна тварина з точки зору випадкової її зустрічі у лісі. Не дивлячись на внесення до Червоної книги України та поступове нарощування популяції, лось залишається незвичним видом для України. На відміну від, наприклад, скандинавських країн чи Канади, де зустріч лося у місті є більш буденною. Тому він сильно привертає увагу людей у місті. Тому можна очікувати, що про кожну таку зустріч люди повідомлять і, вірогідно, зафіксують її у соціальних мережах. А у випадку серії таких зустрічей або масового спостереження та фіксування, це стане предметом новинних повідомлень.

Мета: обґрунтування та апробація методики аналізу випадків появи лося у м. Києві на основі даних ЗМІ, визначення просторових та хронологічних закономірностей.

3. Сучасні засоби фото/відео фіксації має практично кожен, тому вірогідність знайти медіа-матеріали та опис до них після зустрічі з лосем дуже велика.

4. Через високу щільність міського населення малоімовірно, що відвідування лосем міста залишиться непоміченим.

Джерела інформації для дослідження узагальнені під назвою ЗМІ. Більш специфічно їх можна виокремити у дві групи:

1. Соціальні мережі. В першу чергу – це платформи Youtube, Facebook, Instagram.

2. Інформаційні агентства.

Часові рамки дослідження встановлені в межах десятирічного періоду з 2015 р. по жовтень 2024 р. Цей період видається більш інформативним та об'єктивним у порівнянні з попередніми роками з наступних причин:

1. Переведення більшої частини інформаційних агентств в Інтернет.

2. Збільшення потоку інформації у соціальних мережах.

3. Впровадження смартфонів з якісними камерами та швидкою передачею даних.

Крім цього, випадків появи лося у межах перетвореного середовища м. Києва до 2015 року не було знайдено. Найдавніший випадок відбувся 3 липня 2014 року [11]. Але він був зафіксований не серед перетвореного середовища міста, а неподалік від нього, у Біличанському лісі, тому до розгляду не брався.

Пошук проводився у Інтернеті через пошуковий сервіс Google. Пошуковий запит був – «лось у Києві». Дане формулювання завдяки алгоритму пошуку сервісу Google охоплювало практично всі повідомлень з варіаціями цього словосполучення (наприклад, «Між будинків у Києві заблукав лось» [12], «У Києві в Шевченківському районі вилунали лося» [13], «Лось розгулював столичним парком й потрапив у пастку» [14]).

Додатково проведено контрольний пошук за запитом «збили лося», оскільки значна частина зустрічей лося у перетвореному середовищі відбувалась у рамках ДТП. У даному пошуковому запиті не вказувалось конкретне

місце, оскільки у повідомленнях більший акцент робився на екстраординарний випадок на дорозі, а не на прив'язку його до конкретного міста.

Пошук проведений по кожному року окремо, а за 2024 рік пошук проводився поетапно з відсіюванням найближчого у часі випадку, оскільки у поточному році алгоритм налаштований видавати найновіші повідомлення.

По більшості зустрічей лося можна було знайти багато повідомлень з різних джерел. Крім цього, одну і ту ж тварину могли бачити у різних місцях протягом тривалого часу. Фіксування таких випадків як окремих при дуже великій кількості спостережень і повідомлень зруйнувала б статистичну достовірність даного дослідження. Тому важливо зафіксувати спостереження саме окремої тварини. Лосі зазвичай не перебувають довго поблизу міського середовища, тому випадки на проміжку більше місяця фіксувались як окремі. У інших випадках тварин можна розрізнити наступними способами:

1. Тварини відрізнялись візуально.
2. Тварин бачили у дуже віддалених частинах міста.
3. Тварина гинула або її вивозили далеко за місто.

Якщо було декілька спостережень однієї і тієї ж тварини, фіксувалось лише останнє.

Нанесення спостереження на карту кожного випадку по окремій особині проводилось у вигляді однієї позначки. Таким чином, навіть якщо випадків зустрічі було декілька у різних місцях, фіксувався останній з них однією позначкою.

Визначення місця спостереження проводилось по описовій та візуальній інформації. Але у деяких випадках не було можливості встановити точне місце спостереження – наприклад, вказувалась вулиця, де бачили тварину, або траса, на якій ставалась ДТП. У такому випадку точка встановлювалась у найбільш ймовірному місці зустрічі – чим ближче до лісового масиву або іншого осередку природного чи найменш зміненого оселища. Якщо вся траса або вулиця проходила через лі-

совий масив, то місце встановлювалось посередині цієї траси або вулиці. Якщо зазначено лише район спостереження, то місце встановлювалось у найбільш вірогідному місці – чим ближче до лісового масиву або іншого осередку природного чи найменш зміненого оселища.

Переважає більшість випадків зафіксована в межах м. Києва, але декілька випадків, які відбулись у безпосередній близькості до адміністративної межі м. Києва (у смт Ворзель, м. Буча та смт Нові Петрівці), також були нанесені. Вони потрапляли у пошуковий запит «лось у Києві», оскільки в повідомленні зазначалось, що це відбулось на Київщині або під Києвом (наприклад, «Вчора на Київщині померла травмована самочка лося, так і не вийшовши з наркозу, після ампутації» [15]). Для того щоб ці випадки не викривлювали загальної статистики, додатково проведений пошук за допоміжними запитами – наприклад, «лось під Києвом», «лось у Ворзелі», «лось у Бучі» тощо. Таким чином, хоч ці випадки і не відбувались безпосередньо у Києві, але вони дозволяють скласти загальну картину поширення лося.

До розгляду брались випадки появи лося лише в межах перетвореного середовища (траси, дороги, прибудинкові території тощо). Випадки зустрічі лося безпосередньо посеред лісу, навіть у адміністративних межах міста (наприклад, у Голосіївському чи Святошинському лісі), до розгляду не брались.

Всі випадки появи лося у м. Києві поділені на три групи за кількістю і місцем спостереження, що відображає ступінь залученості тварини у перетворене середовище та значення цих випадків для соціуму:

1. Одиначні спостереження в рамках ДТП.
2. Одиначні спостереження не в рамках ДТП.
3. Багаторазові спостереження (зокрема, з привертанням уваги декількох інформаційних агентств).

Якщо лось спостерігався і в рамках ДТП, і в інших обставинах, то цей випадок віднесений до третьої групи.

Результати

За результатами дослідження даних ЗМІ за період 2015-2024 рр. виявлено 26 ви-

падків появи та фіксування лося в межах перетвореного середовища м. Києва та поб-

лизу міста. Один випадок зустрічі лося відбувся у рамках ДТП 30 червня 2024 року [16]. Випадок зафіксований лише одним відео у супроводі невеликого опису, у якому сказано, що це відбулось під Києвом, але точного розташування не зазначено. За аналізом відео можна припустити, що це скоріше за все сталося на одній з другорядних доріг, що ведуть від м. Ірпінь або м. Буча до Житомирської траси. Але точно це не було встановлено, тому до розгляду цей випадок не потрапив.

Один випадок відбувся 31 травня 2019 року на Південному мості, також в рамках ДТП [17]. На лося наїхало декілька автомобілів. Лось загинув. У різних повідомленнях дублювалось припущення, що лось був приспаний браконьєрами і при перевезенні через міст, прокинувся і вирвався на проїзну частину. Цей випадок все ж був взятий до розгляду, оскільки порівняно недалеко звідти (2,5 км) є природний осередок (Голосіївський ліс), біля якого були зафіксовані ще три випадки зустрічі лосів. Тому ймовірність, що лось опинився на мості самостійно, все ж є.

Ще один випадок відбувся 3 вересня 2021 р. [18]. За описом – біля станції метро Житомирська. Тут є лісовий масив, але щоб лось сюди потрапив йому треба було б перетнути Велику Окружну дорогу, яка має по чотири смуги у кожную сторону з дуже інтенсивним рухом. Оскільки ні ДТП, ні повторні зустрічі не були зафіксовані, лось мав би успішно подолати цю дорогу двічі. А потім ще й Берестейське шосе, щоб потрапити до основного масиву Святошинського лісу. Це вигля-

дає доволі сумнівно, тому місце у повідомленні могло бути вказано неточно. Хоча неподалік від метро Житомирська 27 травня 2024 року на Берестейському шосе була збита косуля. Теоретично і лось якось міг сюди потрапити. Тому цей випадок все ж був взятий до розгляду і вказаний вздовж лісового масиву біля станції метро Житомирська.

Ряд спостережень фіксувався протягом місяця з 8 червня по 8 липня 2024 року у житлових масивах Біличі, Новобіличі та Академмістечко Святошинського району [19, 20, 21, 22, 23]. Лосі фіксувались у парі та поодиноці. Скоріше за все – це була одна і та ж сама пара тварин. Один лось був травмований і втік у ліс, другий – був травмований, відправлений на лікування, але там помер. Ці випадки розглядаються як два окремих випадки, оскільки пара розділилась і дві тварини спостерігались окремо на тривалому часовому проміжку – до двох тижнів.

Враховуючи ці доповнення та загальну методику, описану вище, на основі даних 26 спостережень було складено таблицю і картосхему (рис.). У таблиці представлені дата, місце та обставини спостереження тварини по кожному окремому випадку. Випадки пронумеровані, що відповідає нумерації у картосхемі, та розподілені по рокам. Кожен випадок віднесений до однієї з трьох груп: I – одиничне спостереження в рамках ДТП, II – одиничне спостереження не в рамках ДТП, III – багаторазове спостереження.

Висновки

Загалом, всі випадки появи лося у м. Києві тяжіють до одного з трьох природних осередків, які можна умовно назвати так: Святошинський (Святошинське ЛПП), Голосіївський (Голосіївський ліс та урочище Лісники) та Дарницький (Дарницьке ЛПП). До Святошинського осередку тяжіють 16 випадків, до Голосіївського – 5, до Дарницького – 2. Ще 3 випадки теоретично могли б бути пов'язані з четвертим осередком – Деснянським, на півночі лівобережжя Києва. Але з точки зору перешкод, які тваринам треба було подолати, більш вірогідно ці випадки тяжіють також до Святошинського осередку. Таким чином, осередки за інтенсивністю появи лося у порядку зменшення розміщуються

так: Святошинський, Голосіївський, Дарницький. Цей порядок залишається таким, навіть якщо аналізувати випадки окремо по таким групам: випадки на дорозі, випадки серед міста, випадки на околиці. Це є не визначальним, але додатковим доказом того, що методика, представлена у статті, охоплює вичерпний перелік «загиблих» у перетворене середовище і суспільно важливих випадків появи лося у місті Києві.

Двадцять випадків відбулись у адміністративних межах Києва, 6 – за межами Києва, але у безпосередній близькості до його меж. Дев'ять випадків зафіксовані безпосередньо у міській забудові на віддалі від кількох сотень метрів до понад двох кілометрів

Таблиця

**Випадки появи лося (*Alces alces*) у перетвореному середовищі м. Києва та на його околицях
на основі аналізу даних ЗМІ**

Table

**Cases of occurrence of moose (*Alces alces*) in the transformed environment of Kyiv and in the
proximity of the city based on mass media data analysis**

Рік	№	Група	Дата останнього спостереження	Місце спостереження	Обставини
2015	1	III	21.05.2015	м. Буча	Лось травмувався, долаючи огорожу, і загинув [24, 25].
	2	I	01.10.2015	Гостомельське шосе	ДТП. Лось загинув [26].
2016	3	I	07.09.2016	Гостомельське шосе	ДТП. Лось загинув [27].
2017	4	I	27.04.2017	Гостомельське шосе	ДТП. Лось загинув [28].
	5	III	08.06.2017	Парк "Муромець"	Лось травмувався, долаючи огорожу. Переплив Дніпро. Востаннє бачили на Трухановому острові [29, 30].
	6	I	22.06.2017	Литовське шосе, 5 км від площі Шевченка	ДТП. Лось травмований. Відправлений на лікування [31].
	7	III	15.09.2017	вул. Набережно-Рибальська, Північний міст	Лося приспали і вивезли за Вишгород [32, 33].
2018	8	III	18.06.2018	сmt Нові Петрівці	Лось ходив селищем, вивезли у ліс ветеринари [34, 35]
	9	I	20.09.2018	Ірпінська траса	ДТП. Лося лише зачепило, був на ногах [36]
2019	10	I	31.05.2019	Південний міст	ДТП. Лось загинув [17]
	11	II	01.07.2019	Виноградар, Синє озеро	Лось проплив озером і пішов у ліс [37]
2020	12	III	09.01.2020	проспект Науки, приватна забудова	Лось декілька тижнів з'являвся посеред приватної забудови [38, 39]
	13	II	02.07.2020	сmt Ворзель	Лосиха з лосеням перейшли дорогу і пішли у ліс [40]
	14	III	20.08.2020	вул. Саперно-Слобідська	Лося спостерігали два тижні. Врешті лось був травмований внаслідок ДТП і невдовзі помер [41,42]
2021	15	III	03.06.2021	сmt Ворзель	Три лосі ходили селищем. Один лось травмувався, долаючи огорожу, відправлений на лікування, але не вийшов з наркозу і помер. Ще один лось потрапив у ДТП [43,44]
	16	II	03.09.2021	поблизу станції метро Житомирська	Лось йшов ґрунтовою дорогою вздовж лісового масиву [18]
2022	17	III	27.05.2022	м. Буча	Лось травмований, вірогідно, внаслідок. ДТП. Був відправлений на лікування, але помер [45,46]
2023	18	I	13.03.2023	Столичне шосе	По дотичній зіткнувся з авто і втік у ліс [47]
	19	III	19.06.2023	Стадіон у Парку "Партизанської Слави"	Лось травмований, вірогідно, внаслідок. ДТП. Невдовзі помер [48, 49]
	20	I	12.09.2023	Святошинський район, траса	ДТП. Лось пересувався самостійно. Забрали на лікування [50].
2024	21	III	24.06.2024	Святошинський район (житловий масив Академмістечко)	Лось бігав серед забудови, був травмований і повернувся до лісу [19, 20, 21, 22].
	22	III	25.06.2024	Парк "Партизанської Слави"	Проходив парком, заплутався у металевій сітці. Тварину врятували [14, 51].
	23	III	08.07.2024	Інститут Металофізики (Святошинський район)	Лось травмував щелепу під час його відлову. Був відправлений на реабілітацію. Помер [19, 20, 21, 22, 23].
	24	II	04.08.2024	вул. Саперно-Слобідська	Лось пересувався між забудовою. Був наляканий [52].
	25	III	18.09.2024	Вулиця Нагірна	Лось ходив вулицею. Його спіймали і вивезли у НПП «Залісся» [12, 13].
	26	I	23.10.2024	вул. Кулішова ("Варшавка", виїзд з Києва)	ДТП. Лось загинув [53].

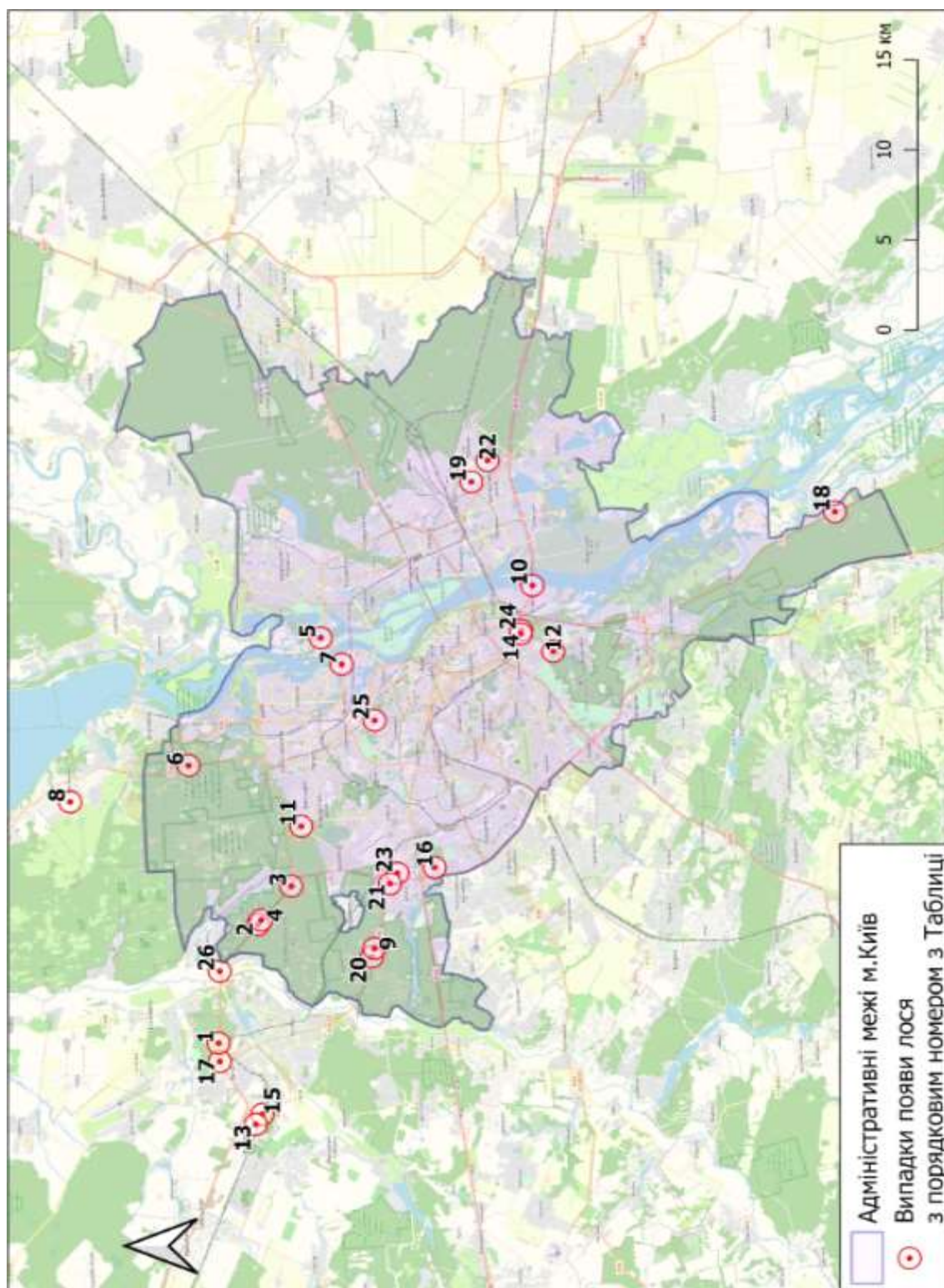


Рис. – Випадки появи лося (Alces alces) у перетвореному середовищі м. Києва та на його околицях протягом 2015-2024 рр. на основі аналізу даних ЗМІ

Fig. – Cases of occurrence of moose (Alces alces) in the transformed environment of Kyiv and in the proximity of the city during 2015-2024

від природних осередків. Найбільш віддалені випадки № 5, 7 та 25 були зафіксовані на відстані понад 6 км від осередку. Характерно, що всі вони відбулись порівняно близько один від одного (на площі до 1000 га), але на тривалому часовому проміжку – 2017 р. та 2024 р. Це може говорити про наявність стабільного екологічного коридору, яким рухались лосі. Це міг бути маршрут, що проходить через Сирецький гай, Кирилівський гай та приватну забудову. Другий варіант – маршрут вздовж Оболонських озер. Третій можливий варіант руху – з півночі, від р. Десна. У одному з трьох випадків було зафіксовано як лось переплив р. Дніпро з доволі жвавим рухом річкового транспорту і опинився на Трухановому острові, звідки у подальшому міг рухатись як раз у напрямку р. Десна, звідки також міг і прийти у місто. Тобто, це четвертий варіант коридору. 3. По трьом групам за кількістю і місцем спостереження лося отримано наступний розподіл: група I (одиничне спостереження в рамках ДТП) – 9 випадків, група II (одиничне спостереження не в рамках ДТП) – 5 випадків, група III (багаторазове спостереження) – 12 випадків. Цей розподіл свідчить, що у ЗМІ у переважній більшості відображені випадки значного соціального резонансу, в рамках чого трапилось ДТП та/або був залучений спеціальний персонал з обладнанням та технікою.

У 11 випадках лось загинув. У 8 з них це сталося внаслідок ДТП, у 2 – після травми, коли тварина долала огорожу, 1 – після відлову тварини. Загалом випадків з ДТП (сюди відносяться як випадки, коли відбу-

лось лише ДТП, так і випадки, коли ДТП відбулось разом з іншим спостереженням тієї ж тварини у місті) було 12.

Двадцять один випадок відбувся у період з травня по вересень включно, два випадки – у жовтні, один – у квітні, один – у березні і один – у січні (цього ж лося бачили і у грудні). П'ять випадків припали на весну, 8 – на осінь, 12 – на літо і 1 – на зиму. Серед місяців найбільше випадків припало на червень – 7 випадків. Тобто тут видно чітку сезонність.

Найбільше випадків відбулось у 2024 р., станом на жовтень – 6 випадків. На другому місці – 2017 р. – 4 випадки. Загалом можна констатувати чітке збільшення випадків з 2017 р. – це 23 випадки. Пошук даних ЗМІ проводився з 2010 р. І за сім років (2010-2016 рр. включно) було виявлено лише 3 випадки. Як вже було сказано раніше – у методиці даного дослідження – до 2014 р. можлива похибка з технічних причин. Все ж, попередньо можна припустити збільшення випадків завдяки внесенню лося до Червоної книги України, за умови, що цей вплив на стримування полювання на нього почався ще до фактичного його внесення у листопаді 2017 р.

Якщо проаналізувати сусідні пари років, то загалом у них відбувалось по 3-6 випадків, крім останньої пари 2023-2024 рр., коли відбулось 9 випадків. Це можна приписати забороні полювання на всіх звірів з 2022 р. і появі турбуючого впливу дій на північному кордоні України, пов'язаних з війною, що змушує лосів оминати ці території.

Конфлікт інтересів

Автор повідомляє про відсутність конфлікту інтересів. Крім того, автор повністю дотримувався етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. Смаголь В. Н., Гаврись Г. Г., Салганский-мол. А. А. Поширення та чисельність лося, *Alces Alces* (Mammalia, Artiodactyla), в Україні на початку XXI століття. *Вестник зоологии* 2012. Т. 46, № 2. С. 161-166. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/109355>
2. Делеган І. В., Малеванова М. О., Домнич В. І. Деякі причини зміни чисельності лося в Україні у системі «хижак-жертва». *Науковий вісник НЛТУ: Збірник науково-технічних праць*. Львів: НЛТУ. 2008. Вип. 18.6. С. 70-80. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2008/18_7/53_Domnicz_18_7.pdf
3. Борецько В. Екологи оказались правы: занесение лося в Красную книгу позволило за семь лет резко увеличить его численность. *Київський еколого-культурний центр*. 2024. URL: <https://ecoethics.com.ua/ekologi-okazalis-pravyi-zanesenie-losya-v-krasnuyu-knigu-pozvolilo-za-sem-let-rezko-uvelichit-ego-chislennost/> (дата звернення: 11.10.2024).

4. Волох А. М. Великі ссавці Південної України в XX ст. (динаміка ареалів, чисельності, охорона та управління): дис. ... д-ра біол. наук: 03.00.08. Київ. 2004. 411 арк. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/14298>
5. Делеган І. В., Малеванова М. О. Розподіл популяції лося по території України згідно лісомисливського районування і вплив на приріст. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 2008. Вип. 22. С. 205-211. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/15560>
6. Ковальчук О. Лось (*Alces alces* L.) у складі минулої та сучасної фауни Сумщини: зміни чисельності та їх причини. *Праці Теріологічної школи*. 2010. 10. С. 128–134. URL: <http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/8455>
7. McDonald A. M. H., Rea R. V., Hesse G. Perceptions of moose-human conflicts in an urban environment. *Alces*. 2012. Vol. 48. P. 123-130. URL: <https://alcesjournal.org/index.php/alces/article/view/103>
8. Welch J. H., Barboza P. S., Farley S. D., Spalinger D. E. Nutritional value of habitat for moose on urban and military lands. *Journal of Fish and Wildlife Management*. 2015. Vol. 6, N 1, P. 158-175. DOI: <https://doi.org/10.3996/062014-JFWM-045>
9. Dente, C., Heaslip, N., Reed, E., Farquhar, J. New York State Moose Response Manual. New York: New York State Department of Environmental Conservation, 2011. 35 p. URL: https://extapps.dec.ny.gov/docs/wildlife_pdf/mooseresponse2011.pdf (дата звернення: 11.10.2024)
10. Olsson M., Cox J. J., Larkin J. L., Widén P., Olovsson A. Space and habitat use of moose in southwestern Sweden. *European Journal of Wildlife Research*. 2011. Vol. 57. N 2. P. 241-249. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10344-010-0418-5>
11. Солоха Ю. Як ми побачили в Нацпарку лося. Громада Прип'їння. 2014. 3 липня URL: <https://kotsubynske.com.ua/2014/07/03/%D1%8F%D0%BA-%D0%BC%D0%B8-%D0%BF%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D1%87%D0%B8%D0%BB%D0%B8-%D0%B2-%D0%BD%D0%B0%D1%86%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%83-%D0%BB%D0%BE%D1%81%D1%8F/> (дата звернення: 08.10.2024).
12. Рибальська А. Між будинків у Києві заблукав лось: як рятують тварину. 2024. 18 вересня. URL: <https://suspinne.media/kyiv/838909-miz-budinkiv-u-kyevi-zablukav-los-ak-ratuut-tvarinu/> (дата звернення: 08.10.2024).
13. Новосвітня К. У Києві в Шевченківському районі виловили лося. 2024. 18 вересня. URL: <https://vechirniy.kyiv.ua/news/102889/> (дата звернення: 08.10.2024).
14. Борисенко Т. Лось розгулював столичним парком й потрапив у пастку, тварину довелося рятувати. 2024. 24 червня. URL: <https://suspinne.media/kyiv/777073-los-rozguluvav-stolichnim-parkom-i-potrapiv-u-pastku-tvarinu-dovelosa-ratuvati/> (дата звернення: 08.10.2024).
15. Мурга І. Травмований у Ворзелі лось помер. 2021. 3 червня. URL: <https://www.04597.com.ua/news/3119775/travmovanij-u-vorzeli-los-pomer> (дата звернення: 08.10.2024).
16. Читачка на трасі під Києвом збила лося... 2024. 30 червня. URL: <https://www.instagram.com/dtp.ua/reel/C81NXF9oeSj/> (дата звернення: 08.10.2024).
17. На Південному мосту в Києві Mercedes збив на смерть лося (відео). *УНІАН*. 2019. 31 травня. URL: <https://www.unian.ua/incidents/10569987-na-pivdenному-mostu-v-kyievi-mercedes-zбив-na-smert-losya-video.html> (дата звернення: 08.10.2024).
18. Прогулянка по Києву: лось із лісу вийшов в люди. *Погляд*. 2021. 6 вересня. URL: https://www.youtube.com/watch?v=UMN_9jjFhtI (дата звернення: 08.10.2024).
19. Лось бігає територією ЖК у Біличах Святошинського району... 2024. 29 червня. URL: <https://www.facebook.com/groups/akademmistechko/posts/3732964956945809/?rdr> (дата звернення: 08.10.2024).
20. Лосі на будівництві. *Wild Animals Rescue Center*. 2024. 22 червня. URL: <https://www.facebook.com/watch/?v=450833674508044> (дата звернення: 08.10.2024).
21. На київському Святошино між ЖК бігають два диких лося. *Бровари & регіон*. 2024. 22 червня. URL: <https://www.facebook.com/watch/?v=7719402744763789> (дата звернення: 08.10.2024).
22. У Києві протягом останніх двох днів до столичних об'єктів заходять багато лосів та потрапляють у пастки. *Хрещатик*. 2024. 24 червня. URL: <https://khreschatyk.news/news/26930-u-kyievi-protyagom-ostan-nih-dvoh-dniv-do-stolichnih-ob-yektiv-zahodyat-bagato-losiv-ta-potraplyayut-u-pastki> (дата звернення: 08.10.2024).
23. Пономаренко Б. З'явся вибухів: під час обстрілів у Центрі порятунку під Києвом загинув лось. 2024. 9 липня. <https://kiev.informator.ua/uk/zlyakavsya-vibuhiv-pid-chas-obstriliv-u-centri-poryatunku-pid-kiyevom-zaginuvt-los> (дата звернення: 08.10.2024).
24. Мешканців містечка Буча, що під Києвом, вранці напалохав лось. *ТСН*. 2015. 21 травня. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=PkrFpCSbMv4> (дата звернення: 08.10.2024).
25. «Путешествия» лося в Буче закончились трагічно. *Сейчас*. 2015. 21 травня. URL: https://www.youtube.com/watch?v=E5_OUafZUi0 (дата звернення: 08.10.2024).
26. Роман Валерійович. Машина збила лося!. 2015. 1 жовтня. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=uyL0NbZAm5Q> (дата звернення: 08.10.2024).

27. У передмісті Києва сталося ДТП за участю лося. *TCH* 2016. 7 вересня. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=CkyTwIM8N48> (дата звернення: 08.10.2024).
28. Боксер Узелков збив лося на околиці Києва. *TCH*. 2017. 27 квітня. URL: https://www.youtube.com/watch?v=RonZyD2n_Dg (дата звернення: 08.10.2024).
29. У Києві рятували дикого лося, який стікав кров'ю. *ВІСТІ*. 2017. 12 червня. URL: <https://i-visti.com/news/1863-u-kiyev-ryatuvali-dikogo-losya-yakiy-stkav-krov'yu.html> (дата звернення: 08.10.2024).
30. Нагорна Н. Лось переплив Дніпро в Києві та втік до парку Дружби народів. 2017. 9 червня. URL: <https://kyiv.tsn.ua/los-perepliv-dnipro-v-kiyevi-ta-vtik-do-parku-druzhbi-narodiv-942697.html> (дата звернення: 08.10.2024).
31. Під Києвом після зіткнення з автомобілем помер лось. *УНІАН*. 2017. 23 червня. URL: <https://www.unian.ua/ecology/salvationspecies/1993469-pid-kiyevom-pislya-zitknennya-z-avtomobilem-pomer-los.html> (дата звернення: 08.10.2024).
32. Недашківський В. Лосі, змії, браконьєри та дикі кияни. 2017. 18 вересня. URL: <https://uain.press/articles/losi-zmiyi-brakon'yery-ta-dyki-kyany-423651> (дата звернення: 08.10.2024).
33. Лагута М. Лося-мандрівника, який “гуляв” Києвом, повернули до лісу. 2017. 15 вересня. URL: <https://uain.press/news/accents/losya-mandrivnyka-yakyy-gulyav-kyevom-povernuly-lisu-foto-414774> (дата звернення: 08.10.2024).
34. Собора І. Розгулював посеред людей: у селище під Києвом завітав лось. 2018. 18 червня. URL: <https://uain.press/news/rozgulyuvav-posered-lyudej-u-selyshhe-pid-kyevom-zavitav-los-foto-852089> (дата звернення: 08.10.2024).
35. Проценко Н. Під Вишгородом розгулював лось. 2018. 18 червня. URL: <https://poglyad.tv/pid-vyshgo-rodом-rozgulyuvav-los-article> (дата звернення: 08.10.2024).
36. Уночі лось вибіг на трасу і побив декілька машин. *ВолиньPost*. 2018. 20 вересня. URL: <https://www.volynpost.com/news/121618-unochi-los-vybig-na-trasu-i-pobyv-dekilka-mashyn-foto> (дата звернення: 08.10.2024).
37. На Виноградаре замітили лосенка, виплывшого из Синего озера. *BigKyiv*. 2019. 1 липня. URL: <https://bigkyiv.com.ua/na-vinogradare-zametili-losenka-vyplyvshego-iz-sinego-ozera/> (дата звернення: 14.11.2024).
38. Царук Д. У Києві гуляє лось: активісти просять допомогти з пошуками. 2019. 9 грудня. URL: <https://uain.press/news/u-kyievi-gulyaye-los-aktyvisty-prosyat-dopomogty-z-poshukamy-1127322> (дата звернення: 08.10.2024).
39. По улицам Киева второй месяц разгуливает лось: фото и видео. *РБК-Україна*. 2020. 9 січня. URL: <https://www.rbc.ua/rus/stylter/ulitsam-kieva-vtoroy-mesyats-razgulyivaet-1578583391.html> (дата звернення: 08.10.2024).
40. Під Києвом лосиця вигулювала дитинча вулицями міста (фото). *УНІАН*. 2020. 2 липня. URL: <https://www.unian.ua/ecology/diki-tvarini-na-vulicyah-mist-u-vorzeli-losicya-vigulyovala-ditinchu-vulicy-ami-mista-novini-kiyeva-11058464.html> (дата звернення: 08.10.2024).
41. У Києві величезний лось зайшов у житловий квартал (фото). *УНІАН*. 2020. 4 серпня. URL: <https://www.unian.ua/ecology/los-u-kyievi-u-kyievi-velicheznyy-los-zayshov-u-zhitloviy-kvartal-foto-novini-kiyeva-11100542.html> (дата звернення: 08.10.2024).
42. Стасюк І. У Києві збили на смерть лося, який жив у Голосіївському районі. 2020. 20 серпня. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2020/08/20/u-kyievi-zbyly-nasmert-losya-yakyy-zhyv-u-golosiyvskomu-raioni/> (дата звернення: 08.10.2024).
43. У Ворзелі лось став причиною ДТП (ФОТО). *Моя Київщина*. 2021. 2 червня. URL: <https://mykyivregion.com.ua/news/u-vorzeli-los-stav-prichinoyu-dtp-foto> (дата звернення: 08.10.2024).
44. Не вийшла з наркозу: травмована під Києвом лосиця померла під час операції (відео). *TCH* 2021. 3 червня. URL: <https://tsn.ua/exclusive/ne-viyshla-z-narkozu-travmovana-pid-kiyevom-losicya-pomerla-pid-chas-operaciyi-video-1797259.html> (дата звернення: 08.10.2024).
45. Максенко М. У Бучі, що на Київщині мешканці зняли на відео лося, який бігав вулицями. 2022. 27 травня. URL: <https://bigkyiv.com.ua/u-buchi-meshkanczi-pomityly-losya-yakyy-bigav-vulycyiam/> (дата звернення: 08.10.2024).
46. Лось врятований тероборонівцями Бучі загинув. *Погляд*. 2022. 31 травня. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=t3F7LGy5It8> (дата звернення: 08.10.2024).
47. Марущак О. Під Києвом сталася ДТП за участю лося: що відомо. 2023. 14 березня. URL: <https://tsn.ua/exclusive/pid-kiyevom-stalasya-dtp-za-uchastyu-losya-scho-vidomo-2285122.html> (дата звернення: 08.10.2024).
48. Селіщева Л. У Києві помер лось, який прийшов у Парк партизанської слави: що відомо. 2023. 19 червня. URL: <https://nashkiev.ua/news/u-kyievi-pomer-los-yakii-priishov-u-park-partizanskoi-slavi-scho-vidomo> (дата звернення: 08.10.2024).

49. Пришляк Н. У Києві в парку Партизанської слави помітили лося (фото, відео). 2023. 19 червня. URL: <https://www.unian.ua/ecology/u-kyievi-v-parku-partizanskoji-slavi-pomitili-losya-foto-video-novini-kyieva-12298602.html> (дата звернення: 08.10.2024).
50. Рибальська А. На дорогу раптово вибіг лось: у Києві сталася ДТП за участю дикої тварини. 2023. 13 вересня. URL: <https://suspilne.media/kyiv/571503-na-dorogu-raptovo-vibig-los-u-kyievi-stalasa-dtp-za-ucastu-dikoi-tvarini/> (дата звернення: 08.10.2024).
51. Шевчук О. У Києві у парку Партизанської слави помітили лося. 2024. 25 червня. URL: <https://ua.korrespondent.net/city/kyiv/4697012-u-kyievi-u-parku-partyzanskoj-slavy-pomityly-losia> (дата звернення: 08.10.2024).
52. На вулицях Києва бачили лося: що варто робити, коли зустріли дику тварину. 5 канал. 2024. 5 серпня. URL: <https://www.5.ua/dv/life/220943> (дата звернення: 08.10.2024).
53. Під Києвом сталася смертельна ДТП за участі дикої тварини (відео). *Автотема*. 2024. 24 жовтня. URL: <https://autotheme.info/news/247690-pid-kyevom-stalasya-smertelna-dtp-za-uchasti-dikoyi-tvarini-video.html> (дата звернення: 08.12.2024).

Стаття надійшла до редакції 11.10.2024

Стаття рекомендована до друку 26.11.2024

Е. І. IVANENKO, PhD (Geography),
Researcher, Department of landscapes,
e-mail: ivanenko_eugene@ukr.net ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8783-9930>
Institute of Geography, National Academy of Sciences of Ukraine,
44, Volodymyrska Street, 01054, Kyiv, Ukraine

ANALYSIS OF CASES OF MOOSE (ALCES ALCES) OCCURRENCE IN THE TRANSFORMED ENVIRONMENT OF KYIV

Purpose. Justification and application of the analysis method of moose occurrence in Kyiv based on mass media data with further analysis of its spatial and chronological distribution.

Methods. System analysis, cartographic, statistical.

Results. As a result of the study of mass media data from the beginning of 2010 to October 2024, 26 separate cases of the occurrence of moose within the transformed environment of Kyiv were found and in the proximity of the city. The first case was reported in mass media in May 2015. Based on these data, a methodology was developed, a table and a map were compiled, which allowed for a spatial and chronological analysis of the appearance of moose in the transformed environment of Kyiv.

Conclusions. Using the analysis method of moose occurrence in Kyiv, three natural nurseries of moose occurrence in the transformed environment of the city were identified: Svyatoshynskyi (Svyatoshynske forestry), Holosiivskyi (Holosiivskyi forest and Lisnyky sight) and Darnytskyi (Darnytske forestry). Moose can penetrate into the urban environment of Kyiv for more than 2 km, and in some cases - more than 6 km, overcoming significant natural and anthropogenic obstacles, in particular the Dnipro River with intensive river transport traffic. Two periods of increased moose occurrences were identified - 2017-2024 and 2023-2024. Preliminary assumptions regarding the reasons for the first period are the ban on moose hunting since 2017, and for the second period - a complete ban on hunting since 2022.

KEY WORDS: moose, urban environment, transformed environment, natural habitat, mass media data

References

1. Smahol, V. N., Havrys, H. H., & Salhanskyi-jun., A. A. (2012). Distribution and number of moose, *Alces Alces* (Mammalia, Artiodactyla), in Ukraine at the beginning of the XXI century. *Vestnyk zoologii*, 46(2), 161-166. Retrieved from <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/109355> (in Ukrainian)
2. Delehan, I. V., Malevanova, M. O., & Domnych, V. I. (2008). Some reasons for changes in the number of moose in Ukraine in the "predator-prey" system. *Scientific Bulletin of NLTU: Collection of scientific and technical works*, (18.6), 70-80 Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2008/18_7/53_Domnicz_18_7.pdf (in Ukrainian)
3. Boreiko, V. (2024). Ecologists turned out to be right: listing the moose in the Red Book allowed to dramatically increase its population in seven years. *Kyiv Environmental and Cultural Center*. Retrieved from:

- <https://ecoethics.com.ua/ekologi-okazalis-pravyi-zanesenie-losya-v-krasnuyu-knigu-pozvolilo-za-sem-let-rezko-uvelichit-ego-chislennost/> (in Russian)
4. Volokh, A. M. (2004). Large mammals of Southern Ukraine in the 20th century. (dynamics of habitats, numbers, protection and management): Master's thesis). *Taurian State. agricultural technical academy*. Retrieved from <http://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/14298> (in Ukrainian)
 5. Delehan, I. V., & Malevanova, M. O. (2008). The distribution of the moose population on the territory of Ukraine according to forest hunting zoning and the effect on growth. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series Biology*, (22), 205-211. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/15560> (in Ukrainian)
 6. Kovalchuk, O. (2010). Moose (*Alces alces* L.) as part of the past and present fauna of the Sumy region: changes in numbers and its causes. *Proceedings of the Teriological School*, 10, 128–134. Retrieved from <http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/8455> (in Ukrainian)
 7. McDonald, A. M. H., Rea1, R. V., & Hesse, G. (2012). Perceptions of moose-human conflicts in an urban environment. *Alces*, 48, 123-130. Retrieved from <https://alcesjournal.org/index.php/alces/article/view/103>
 8. Welch, J. H., Barboza, P. S., Farley, S. D., & Spalinger, D. E. (2015). Nutritional value of habitat for moose on urban and military lands. *Journal of Fish and Wildlife Management*, 6(1), 158-175. <https://doi.org/10.3996/062014-JFWM-045>
 9. Dente, C., Heaslip, N., Reed, E., Farquhar, J. (2011). New York State Moose Response Manual. *New York State Department of Environmental Conservation*, New York. Retrieved from https://extapps.dec.ny.gov/docs/wildlife_pdf/mooseresponse2011.pdf
 10. Olsson, M., Cox, J. J., Larkin, J. L., Widén, P., & Olovsson, A. (2011). Space and habitat use of moose in southwestern Sweden. *European Journal of Wildlife Research*, 57(2), 241-249. <https://doi.org/10.1007/s10344-010-0418-5>
 11. Soloha Y. (2014, June 3). How we saw a moose in the National Park. Retrieved from <https://kotsubynske.com.ua/2014/07/03/%D1%8F%D0%BA-%D0%BC%D0%B8-%D0%BF%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D1%87%D0%B8%D0%BB%D0%B8-%D0%B2-%D0%BD%D0%B0%D1%86%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%83-%D0%BB%D0%BE%D1%81%D1%8F/> (In Ukrainian)
 12. Rybalska A. (2024, September 18). A moose got lost between houses in Kyiv: how to save an animal. Retrieved from <https://suspilne.media/kyiv/838909-miz-budinkiv-u-kievi-zablukav-los-ak-ratuut-tvarinu/> (In Ukrainian)
 13. Novosvitnja K. (2024, September 18). In Kyiv, a moose was caught in the Shevchenkiv district. Retrieved from <https://vechirniy.kyiv.ua/news/102889/> (In Ukrainian)
 14. Borysenko T. (2024, June 24). A moose was walking in a capital park and fell into a trap, the animal had to be rescued. Retrieved from <https://suspilne.media/kyiv/777073-los-rozguluvav-stolicnim-parkom-j-potrapiv-u-pastku-tvarinu-dovelosa-ratuvati/> (In Ukrainian)
 15. Murga I. (2021, June 3). Moose injured in Vorzel, died. Retrieved from <https://www.04597.com.ua/news/3119775/travmovanij-u-vorzeli-los-pomer> (In Ukrainian)
 16. A reader hit a moose on the highway near Kyiv... (2024, June 30). Retrieved from <https://www.instagram.com/dtp.ua/reel/C81NXF9oeSj/> (In Ukrainian)
 17. On the Southern Bridge in Kyiv, a Mercedes hit a moose to death (video). (2019, July 31). UNIAN Retrieved from <https://www.unian.ua/incidents/10569987-na-pivdenynomu-mostu-v-kiyevi-mercedes-zbiv-na-smert-losya-video.html> (In Ukrainian)
 18. A walk in Kyiv: a moose came out of the forest to people. (2021, September 6). Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=UMN_9jjFhtI (In Ukrainian)
 19. A moose runs through the territory of the residential complex in Bilychy, Svyatoshyn district... (2024, June 29). Retrieved from https://www.facebook.com/groups/akademmistechko/posts/3732964956945809/?_rdr (In Ukrainian)
 20. Moose under construction. (2024, June 22). Retrieved from <https://www.facebook.com/watch/?v=450833674508044> (In Ukrainian)
 21. Two wild moose are running between the housing estates on Kyiv's Svyatoshino. (2024, June 22). Retrieved from <https://www.facebook.com/watch/?v=7719402744763789> (In Ukrainian)
 22. In Kyiv, during the last two days, many moose have been entering the capital's facilities and falling into traps. (2024, June 24). Retrieved from <https://khreschatyk.news/news/26930-u-kiyevi-protyagom-ostannih-dvoh-dniv-do-stolichnih-ob-yektiv-zahodyat-bagato-losiv-ta-potraplyayut-u-pastki> (In Ukrainian)
 23. Ponomarenko B. (2024, July 9). He was afraid of explosions: a moose died during shelling at the Rescue Center near Kyiv. Retrieved from <https://kiev.informator.ua/uk/zlyakavsya-vibuhiv-pid-chas-obstriliv-u-centri-poryatunku-pid-kiyevom-zagynuv-los> (In Ukrainian)
 24. Residents of the town of Bucha, near Kyiv, were frightened by a moose in the morning. (2015, May 21). Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=PkrFpCSbMv4> (In Ukrainian)
 25. The moose's "travels" in Bucha ended tragically. (2015, May 21). Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=E5_OUAFZUI0 (In Ukrainian)

26. Roman Valeriiovich (2015, October 1). The car hit a moose! Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=uyL0NbZAm5Q> (In Ukrainian)
27. A road accident involving a moose occurred in the suburbs of Kyiv. (2016, September). Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=CkyTwIM8N48> (In Ukrainian)
28. Boxer Uzelkov shot down a moose on the outskirts of Kyiv. (2017, April 27). Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=RonZyD2n_Dg (In Ukrainian)
29. In Kyiv, they rescued a wild moose that was bleeding. (2017, June 12). Retrieved from <https://i-visti.com/news/1863-u-kiyev-ryatuvali-dikogo-losya-yakiy-stkav-krovyyu.html> (In Ukrainian)
30. Nahorna N. (2017, June 9). The moose swam across the Dnieper in Kyiv and escaped to the People's Friendship Park. Retrieved from <https://kyiv.tsn.ua/los-perepliv-dnipro-v-kiyevi-ta-vtik-do-parku-druzhbi-narodiv-942697.html> (In Ukrainian)
31. A moose died near Kyiv after a collision with a car. (2017, June 23). Retrieved from <https://www.unian.ua/ecology/salvationspecies/1993469-pid-kiyevom-pislya-zitkennnya-z-avtomobilem-pomer-los.html> (In Ukrainian)
32. Nedashkivskii V. (2017, September 18). Moose, snakes, poachers and wild Kyivans. Retrieved from <https://uain.press/articles/losi-zmiyi-brakonyery-ta-dyki-kyivany-423651> (In Ukrainian)
33. Lahuta M. (2017, September). The wandering moose, which was "walking" in Kyiv, was returned to the forest. Retrieved from <https://uain.press/news/accents/losya-mandrivnyka-yakij-gulyav-kyevom-povernuly-lisu-foto-414774> (In Ukrainian)
34. Sobora I. (2018, June 18). He was walking among people: a moose visited a village near Kyiv. Retrieved from <https://uain.press/news/rozgulyuvav-posered-lyudej-u-selyshhe-pid-kyevom-zavitav-los-foto-852089> (In Ukrainian)
35. Protsenko N. (2018, June 18). A moose was walking near Vyshhorod. Retrieved from <https://poglyad.tv/pid-vyshgorodom-rozgulyuvav-los-article> (In Ukrainian)
36. At night, a moose ran onto the highway and hit several cars. (2018, September 20). Retrieved from <https://www.volynpost.com/news/121618-unochi-los-vybig-na-trasu-i-pobyv-dekilka-mashyn-foto> (In Ukrainian)
37. In the capital's Vynogradar, local residents noticed a moose calf. (2019, July 1). Retrieved from <https://bigkyiv.com.ua/na-vinogradare-zametili-losenka-vyplyvshego-iz-sinego-ozera/> (accessed 14.11.2024).
38. Tsaruk D. (2019, December). A moose is walking in Kyiv: activists are asking for help with the search. Retrieved from <https://uain.press/news/u-kyievi-gulyaye-los-aktyvisty-prosyat-dopomogty-z-poshukamy-1127322> (In Ukrainian)
39. A moose roams the streets of Kyiv second month: photo and video. (2020, January 9). Retrieved from <https://www.rbc.ua/rus/stylar/ulitsam-kiyeva-vtoroy-mesyats-razgulyvaet-1578583391.html> (In Ukrainian)
40. Near Kyiv a moose was walking its cub through the streets of the city (photo). (2020, July 2). Retrieved from <https://www.unian.ua/ecology/diki-tvarini-na-vulicyah-mist-u-vorzeli-losicya-vigulyuvala-ditinchu-vulicy-ami-mista-novini-kiyeva-11058464.html> (In Ukrainian)
41. In Kyiv a huge moose entered a residential quarter (photo). (2020, August 4). Retrieved from <https://www.unian.ua/ecology/los-u-kiyevi-u-kiyevi-velicheznyy-los-zayshov-u-zhitloviy-kvartal-foto-novini-kiyeva-11100542.html> (In Ukrainian)
42. Stasiuk I. (2020, August 20). In Kyiv a moose that lived in the Holosiiv district was beaten to death. Retrieved from <https://hmarochos.kiev.ua/2020/08/20/u-kyievi-zbyly-nasmert-losya-yakij-zhyv-u-golosiyivskomu-ra-joni/> (In Ukrainian)
43. A moose caused an accident in Vorzel (PHOTO). (2021, June 2). Retrieved from <https://myky-ivregion.com.ua/news/u-vorzeli-los-stav-pricinoyu-dtp-foto> (In Ukrainian)
44. She did not come out of anesthesia: an injured moose near Kyiv died during the operation (video). (2021, June 3). Retrieved from <https://tsn.ua/exclusive/ne-viyshla-z-narkozu-travmovana-pid-kiyevom-losicya-pomerla-pid-chas-operaciyi-video-1797259.html> (In Ukrainian)
45. Maksenko M. (2022, May 27). In Bucha, in the Kyiv region, residents filmed a moose running through the streets. Retrieved from <https://bigkyiv.com.ua/u-buchi-meshkanczi-pomityly-losya-yakij-bigav-vulyczym/> (In Ukrainian)
46. The moose saved by territorial defense fighters died. (2022, May). Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=t3F7LGy5It8> (In Ukrainian)
47. Marushchak O. (2023, March 14). A road accident involving a moose occurred near Kyiv: what is known. Retrieved from <https://tsn.ua/exclusive/pid-kiyevom-stalasya-dtp-za-uchastyu-losya-scho-vidomo-2285122.html> (In Ukrainian)
48. Selishcheva L. (2023, June 19). A moose that came to the Park of Partisan Glory died in Kyiv: what is known. Retrieved from <https://nashkiev.ua/news/u-kiyevi-pomer-los-yakii-priishov-u-park-partizanskoi-slavi-scho-vidomo> (In Ukrainian)

49. Pryshliak N. (2023, June 19). In Kyiv a moose was spotted in the Park of the Partisan Glory (photo, video). Retrieved from <https://www.unian.ua/ecology/u-kiyevi-v-parku-partizanskoji-slavi-pomitili-losya-foto-video-novini-kiyeva-12298602.html> (In Ukrainian)
50. Rybalska A. (2023, September 13). A moose suddenly ran onto the road: a road accident involving a wild animal occurred in Kyiv. Retrieved from <https://suspilne.media/kyiv/571503-na-dorogu-raptovo-vibig-los-u-kiyevi-stalasa-dtp-za-ucastu-dikoi-tvarini/> (In Ukrainian)
51. Shedchuk O. (2024, June 25 червня). In Kyiv a moose was spotted in the Park of Partizanska Slava. Retrieved from <https://ua.korrespondent.net/city/kyiv/4697012-u-kyievi-u-parku-partyzanskoi-slavy-pomityly-losia> (In Ukrainian)
52. A moose was seen on the streets of Kyiv: what to do when you meet a wild animal. (2024, August 5). Retrieved from <https://www.5.ua/dv/life/220943> (In Ukrainian)
53. A fatal road accident involving a wild animal occurred near Kyiv (video). (2024, October 24). Retrieved from <https://autotheme.info/news/247690-pid-kiyevom-stalasya-smertelna-dtp-za-uchasti-dikoyi-tvarini-video.html> (In Ukrainian)

The article was received by the editors 11.10.2024

The article is recommended for printing 26.11.2024

ХРОНІКА

<https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-31-05>

УДК (UDC): 504

Н. В. МАКСИМЕНКО, д-р географ. наук, проф.,
завідувачка кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи
e-mail: maksymenko@karazin.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7921-9990>
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

ЮВІЛЕЙНІ XX ВСЕУКРАЇНСЬКІ НАУКОВІ ТАЛІЙВСЬКІ ЧИТАННЯ - ЗУСТРІЧ ОДНОДУМЦІВ

25 жовтня 2024 року в на базі Каразінського навчально-наукового інституту екології проведено ювілейні XX Всеукраїнські наукові Талійвські читання, які організувала кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи. На конференції заслухано доповіді за наступними темами: вплив війни на компоненти довкілля, сучасні проблеми раціонального природокористування та охорони природи та оцінка екологічного стану компонентів і комплексів довкілля. Крім того, в доповідях висвітлені наукові та освітні проблеми екології та заповідної справи в Україні.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: конференція, вплив війни, повосенне відновлення, заповідна справа, моніторинг, зелена інфраструктура

Як цитувати: Максименко Н. В. Ювілейні XX всеукраїнські наукові Талійвські читання – зустріч однодумців. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2024. Вип. 31. С. 58 – 62. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-31-05>

In cites: Maksymenko, N. V. (2024). The jubilee XX All-Ukrainian scientific Taliyev readings – a meeting of like-minded people. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series Ecology*, (31), 58 - 62. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-31-05>

25 жовтня 2024 року в Харківському національному університеті імені В.Н. Каразіна відбулася ювілейна конференція – XX Всеукраїнські наукові Талійвські читання. Захід зібрав провідних екологів, науковців та практиків для обговорення результатів новітніх досліджень, що охоплюють наступні проблеми :

1. Оцінка впливу війни на екологічний стан компонентів і комплексів довкілля.
2. Сучасні проблеми раціонального природокористування та охорони природи.
3. Наукові та освітні проблеми екології і заповідної справи в Україні.

Організатором конференції стала кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи Каразінського університету із залученням інших кафедр ННІ екології. До Наукового комітету традиційно увійшли представники партнерських організацій : Інститут екології Карпат НАН України (, ст. н. сп.,

кандидат біологічних наук Шпаківська І.М.), ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О.Н. Соколовського» (директор, академік НААН, доктор с.-г. наук, професор Балюк С.А.), Уманський національний університет садівництва (доктор географічних наук, професор Сонько С.П.) та Національний природний парк "Слобожанський" (кандидат географічних наук, начальник відділу Шумілова А.В.). Науковий комітет зосередив увагу на важливості розвитку міждисциплінарного підходу в екологічних дослідженнях, що стало однією з основних тем конференції.

Ювілейне засідання відкрила Голова організаційного комітету Ганна Тітенко, директорка інституту екології, к.геогр.н., доцент. Вона привітала всіх присутніх і зазначила, що подія стала важливим майданчиком для наукових дискусій і подальшої розробки стратегій збереження екосистем та раціонального природокористування.

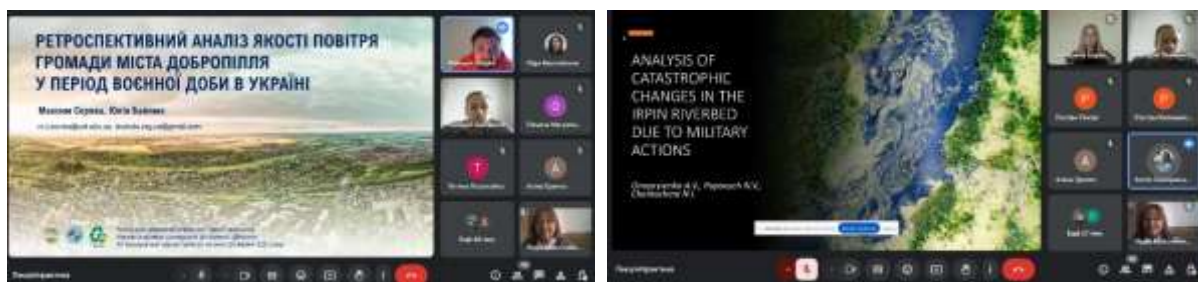


Рис. 1 – Представлення доповідей на конференції

Fig. 1 – Presenting papers at the conference

На пленарне засідання винесені доповіді, що висвітлювали всі напрямки сучасних досліджень, заявлених у Програмі (рис.1), але на третьому році повномасштабної війни головною темою, якій приділена увага і у виступах і у публікаціях є вплив війни на довкілля. Збірник наукових статей Всеукраїнських наукових Таліївських читань 2024 року містить багатогранний аналіз як безпосереднього впливу війни, так і довгострокових екологічних викликів. До основних напрямів цієї теми слід віднести:

Вплив війни на водні ресурси

Kukhtina A. O., Borysenko K. B., Cherkashyna N.I. досліджують забруднення річки Немишля, яке сталося внаслідок витоку нафтопродуктів після руйнування нафтобази у м. Харків в наслідок обстрілу. Автори підкреслюють, що забруднення призвело до масової загибелі водних організмів, забруднення ґрунтових вод і погіршення якості повітря. У статті аналізуються методи локалізації нафтопродуктів, зокрема сорбенти й бонові загородження, які використовувалися для зменшення шкоди.

Дослідження Onopryienko A.V., Porovych N.V., Cherkashyna N.I. зосереджене на катастрофічних змінах у руслі річки Ірпін, де руйнування дамби спричинило затоплення великих площ і зміни екологічного стану регіону. У цьому випадку досліджується також потенціал довгострокових змін для місцевої екосистеми, оскільки відновлення дамби передбачає значні інженерні та екологічні виклики.

Некос А. Н., Хадускіна К. В. в контексті важливості в умовах війни визначення якості вод, наводять результати дослідження якості води річок Казенний Торець та Кривий Торець, що знаходяться в Донецькій області.

Аналізу підходів до оцінки екологічного ризику водних ресурсів в умовах військової загрози, що пов'язана з руйнуванням інфраструктури та забрудненням водойм

присвячена робота Безсонного В. Л., Некос А. Н., Ісакієва О. Ю.

Забруднення ґрунтів і його вплив на аграрний сектор

Крайнюков О.М., Філатова В.М. досліджують вплив важких металів і токсичних речовин, які потрапляють у ґрунти під час обстрілів та руйнування промислових об'єктів. А робота Матієсько Б. Ю., Крайнюкова О. М. зосереджена на удосконаленні методик оцінки збитків за забруднення ґрунтів внаслідок збройної агресії. У статті описуються методи екотоксикологічних досліджень, які дають можливість визначити розміри шкоди та потенційний ризик для сільськогосподарства.

Вплив війни на атмосферу та погодні умови

Дослідженню ретроспективного аналізу забрудненості повітря агломерації міста Добропілля в умовах війни присвятили статтю Сорока М. Л., Байлюк Ю. В.

Рябікова В. В., Максименко Н. В зробили спробу знайти залежність погодних відмінностей довоєнного 2021 та 2023 років в зоні бойових дій на Херсонщині

Загроза біорізноманіттю та екосистемам

У зв'язку з активними бойовими діями, міграційні маршрути диких тварин і популяції деяких видів опинилися під загрозою. Наприклад, Бондар К.О., Волошина Н.О., Волошин О.Г., Шепель В.О. аналізують необхідність впровадження біологічних переходів, таких як екодуки, для забезпечення безпечного пересування диких ссавців через автодороги. Особлива увага приділяється відновленню територій Смарагдової мережі.

Радомська М. М. акцентує увагу на природних сукцесіях у зонах бойових дій. Інтенсивні бойові дії, зокрема бомбардування та пожежі, призвели до трансформації лісових екосистем у лісостепові та степові. Автор також аналізує біотичну

гомогенізацію – процес, за якого стійкі види заміщують локальні, що ускладнює повернення екосистем до природного стану.

Екологічні наслідки руйнування промислових об'єктів

Бондар О. Б., Погорелова О. М., Матвійшин А. І. аналізують екологічні загрози, що виникають через руйнування інфраструктури та промислових об'єктів. Автори виділяють критичні об'єкти, зокрема Запорізьку АЕС, руйнування якої несе значну екологічну небезпеку. Забруднення атмосфери та ризики радіоактивного впливу створюють виклики для захисту як екосистем, так і населення.

Робота Сонька С.П. присвячена наслідкам руйнування дамби Каховської ГЕС та наслідкам для екосистем, які потребують багатосторонньої оцінки, що робить автор.

Пожежі як наслідок бойових дій і їхній вплив на екосистеми

Військові дії призвели до масштабних лісових та польових пожеж, що детально описано у кількох дослідженнях (Сінна О.І., Романов К.О.; Чорногор Л. Ф., Некос А. Н., Титенко Г. В., Чорногор Л. Л.). Автори зазначають, що такі пожежі знищують велику кількість рослинності, сприяють ерозії ґрунтів і знижують якість повітря. У роботах також вказано, що відновлення лісових екосистем може зайняти десятиліття.

Соціально-економічні та екологічні аспекти війни

Триліх Х. І., Боднарчук М. Ю., Гуменюк Ю. В. розглядають економічні наслідки екологічної деградації для України, зокрема зниження рекреаційної привабливості природоохоронних зон, які постраждали від війни. Автори наголошують на необхідності інвестування у відновлення природних ландшафтів і розробку екологічно безпечних стратегій збереження ресурсів.

Публікація Вороніна В.О., Бурченко С.В. аналізує втрати рекреаційних екосистемних послуг НПП «Дворічанський» в наслідок бойових дій.

Правові аспекти відновлення довкілля

Гололобова О. О. дослідження присвячує правовому забезпеченню відновлення екологічного стану України після війни, де піднімаються питання розробки та впровадження екологічних стандартів, зокрема для оцінки збитків і встановлення відповідальності за екологічні злочини.

Також на конференції та у збірці статей розглянуто проблему розвитку *зеленої*

інфраструктури, яка стає важливим екологічним інструментом у вирішенні урбаністичних викликів, спричинених інтенсивною урбанізацією, забрудненням повітря та змінами клімату. Особливу увагу приділено впровадженню природо-орієнтованих рішень, таких як зелені зупинки, мобільне озеленення та зелено-блакитна інфраструктура. Збірка містить кілька статей, присвячених зеленій інфраструктурі, які охоплюють екологічні, соціально-економічні та технічні аспекти впровадження цієї концепції в Україні. Нижче наведено огляд та аналіз основних статей з цієї теми.

Гречко А. А., Коробкіна Н. Ю., Бурченко С. В. досліджують зелений компонент міської інфраструктури через створення зелених зупинок громадського транспорту. Автори наголошують на екологічних перевагах, зокрема на покращенні якості повітря та зниженні температури навколо таких зупинок на 2-3°C. Це позитивно впливає на боротьбу з ефектом міського теплового острова. Дослідження також підкреслює соціальні та економічні вигоди, такі як зниження стресу у людей, які очікують на транспорт на зелених зупинках.

Максименко Н. В. досліджує можливість впровадження мобільного озеленення, зокрема в історичних частинах українських міст із щільною забудовою. В роботі запропоновано використання переносних озеленювальних елементів для підвищення зеленого індексу (ЗІ), що важливо для підтримки екосистем міських просторів. Автори наводять приклад європейських міст, таких як Братислава, де мобільне озеленення позитивно впливає на мікроклімат і збільшує площу рослинності без значних втручань у забудову.

У роботі Бурченко С. В., Гречко А. А., Коробкіна Н. Ю. розглянуто використання чат-боту для поширення знань про зелену інфраструктуру та екологічну освіту серед населення. Такий чат-бот спрямований на підвищення обізнаності про переваги природо-орієнтованих рішень у містах, зокрема про мобільне озеленення та зелено-блакитну інфраструктуру. Використання чат-боту є сучасним інструментом для поширення екологічної інформації та залучення мешканців до процесів покращення довкілля.

У збірнику є кілька статей, що стосуються проблем *заповідної справи* в Україні, особливо в контексті розвитку природно-заповідного фонду та охорони рідкісних видів і біотопів (рис.2).



Рис. 2 – Доповіді секції «Наукові та освітнянські проблеми екології і заповідної справи в Україні»

Fig. 2 – Presentations of the section "Scientific and educational problems of ecology and conservation in Ukraine"

Основні аспекти дослідження заповідної справи

– Розбудова природно-заповідного фонду (ПЗФ). *О.В. Безроднова* розглядає актуальність створення ландшафтного заказника місцевого значення "Березівський" на території Харківської області. Автори наголошують на збереженні різних біотопів та рідкісних видів рослин і тварин. Зокрема, виділено значення рельєфу й мікрокліматичних умов, що сприяють розвитку унікальних екосистем лісостепової зони, які піддаються антропогенним впливам.

– Збереження степових екосистем у дослідженнях, представлених у збірнику, описано зусилля зі збереження залишків степових екосистем у ландшафтних заказниках. Наприклад, збереження фітосозологічно цінних видів, як-от *Adonis vernalis*, *Stipa capillata* та інших, які охороняються на державному рівні. Такі заходи спрямовані на збереження середовища існування степових видів, що нині

знаходяться під загрозою зникнення через антропогенні впливи.

– Функціонування й виклики лісових заказників. У розділах збірника аналізуються конкретні лісові заказники, такі як «Соколята», «Великий ліс» та інші, де охороняються рідкісні рослинні угруповання та біорізноманіття. Автори підкреслюють екологічну роль лісів у стабілізації місцевого клімату, захисті від ерозії та збереженні рекреаційного потенціалу. Проблеми управління включають ризики через близькість до населених пунктів та вплив антропогенних факторів.

– Реінтродукція рідкісних видів. У роботі *Марисевич О.Г.* описані труднощі й перспективи відновлення популяції зубра на заході України, зокрема в Сколівських Бескидах. Охорона і підтримка таких видів є важливим аспектом заповідної справи, оскільки зубри відіграють значну роль у збереженні екосистемного балансу та біорізноманіття.



Рис. 4 – Програма конференції та сертифікат учасника

Fig. 4 – Program of conference and certificate of participation

Крім названих блоків досліджень, серед публікацій є роботи, що традиційно висвітлюють використання методів ГІС, дистанційного

зондування, математичного моделювання процесів, що протікають в екосистемах, дендрохронологічні дослідження та оцінку

екосистемних послуг в урболандшафтах та на заповідних територіях, а також результати екологічних досліджень компонентів і комплексів довкілля.

Всі автори за результатами участі в конференції отримали Сертифікати із зазначенням підвищення кваліфікації обсягом 1.5 кредити ECTS (рис.3)

Висновки

Збірник статей є надзвичайно цінним ресурсом для екологів, науковців і представників державних органів. Він надає детальний аналіз проблем, пов'язаних із війною, та пропонує науково обґрунтовані рекомендації для відновлення екосистем. Багато

публікацій підкреслюють важливість між-дисциплінарного підходу для вирішення екологічних проблем, зокрема, необхідність співпраці екологів, інженерів, юристів та економістів для створення стійких програм відновлення природного середовища.

Конфлікт інтересів

Автор повідомляє про відсутність конфлікту інтересів. Крім того, автор повністю дотримувався етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. Охорона довкілля: зб. наук. статей XX Всеукраїнських наукових Таліївських читань. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2024. 238 с. ISBN 978-966-285-679-8 URL: <https://ekhnuir.karazin.ua/handle/123456789/19452>

Стаття надійшла до редакції 05.11.2024

Стаття рекомендована до друку 24.11.2024

N. V. MAKSYMENKO, DSc (Geography), Prof.,
Head of the Department of Environmental Monitoring and Protected Areas Management
e-mail: maksymenko@karazin.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7921-9990>
V. N. Karazin Kharkiv National University,
4, Svobody Square, Kharkiv, 61022, Ukraine

THE JUBILEE XX ALL-UKRAINIAN SCIENTIFIC TALIYEV READINGS – A MEETING OF LIKE-MINDED PEOPLE

On October 25, 2024, the Karazin Educational and Research Institute of Ecology will host the jubilee XX All-Ukrainian Scientific Taliev Readings, organized by the Department of Environmental Monitoring and Nature Conservation. The conference featured presentations on the following topics: the impact of war on environmental components, current problems of rational nature management and nature protection, and assessment of the ecological state of environmental components and complexes. In addition, the reports highlight scientific and educational issues of ecology and nature conservation in Ukraine.

KEYWORDS: *conference, impact of the war, post-war recovery, conservation, monitoring, green infrastructure*

References

1. Environmental Protection: Collection of Scientific Articles of the 20th All-Ukrainian Scientific Taliev Readings (2024). Kharkiv: V. N. Karazin KhNU, ISBN 978-966-285-679-8 URL: <https://ekhnuir.karazin.ua/handle/123456789/19452>

The article was received by the editors 05.11.2024

The article is recommended for printing 24.11.2024

Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: «Екологія» є збірником наукових робіт, який включено до Переліку ВАК фахових видань, в яких можна публікувати основні результати дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора і кандидата географічних наук (спеціальності 101,103) та біологічних наук (спеціальності 091,101).

До публікації приймаються статті, які написані українською або англійською мовами згідно з правилами для авторів і отримали позитивні рекомендації рецензентів.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Електронна версія оформляється у форматі Microsoft Word, шрифт Times New Roman, розмір 11, міжрядковий інтервал 1,0, всі поля по 2,5 см. Жирним шрифтом виділяються підзаголовки у статті; курсив допускається лише у виняткових випадках.

Ілюстрації, включаючи графіки і схеми, мають бути розміщені безпосередньо в тексті. Ілюстрації подаються чорно-білими. Скрізь, де можливо, доцільніше використовувати графіки, а не таблиці.

Орієнтація сторінок – книжкова. Вирівнювання – по ширині.

Відступ для абзацу – 1,00 см.

Для статей необхідно вказати УДК (UDC): (зліва, розмір 11), ініціали та прізвище автора, науковий ступінь, звання та посаду (розмір 11, по центру), e-mail та <https://orcid.org/> усіх співавторів, повну назву установи та її адреса (розмір 10, по центру).

Анотація має бути структурованою для експериментальних робіт, тобто обов'язково вказати:

Мета. Методи. Результати. Висновки.

Текст статті має відповідати вимогам ВАК. Посилання на джерела у статті давати в прямокутних дужках [] із зазначенням номера в порядку посилання у тексті, а в окремих випадках і сторінок.

Список використаної літератури обов'язково оформляється за ДСТУ 8302:2015, обов'язково містити (50%) джерела, що опубліковані не більше 5 років тому: розмір 10, міжрядковий інтервал 1,0. Кількість посилань має бути не менше 15. Обов'язково вказувати DOI або URL-електронну адресу посилань.

Через 2 інтервали також подати прізвище, науковий ступінь, наукове звання та посаду, e-mail та <https://orcid.org/>, організацію, її повну адресу, назву статті, розширену анотацію та ключові слова *англійською мовою*: розмір 10, міжрядковий інтервал 1,0. Анотація повинна бути побудована як реферат у реферативних журналах та відражати суть експериментів, основні результати та їх інтерпретацію. Для експериментальних статей подати структуровані резюме де має бути вказані слова: **Purpose. Methods. Result. Conclusion.**; та **KEY WORDS** (ключові слова) – 5-6 слів

Подати також **References**, за стандартом APA (прізвище, ініціали, назва - англійською, та **Retrieved from** або DOI, наприкінці у дужках (In Ukrainian)

Адреса редакції: навчально-науковий інститут екології, 4 поверх, к. 483а,

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,

пл. Свободи, 6, Харків, Україна, 61022

тел. +38-057- 707-53-86 e-mail: visnykecology@karazin.ua

ecology.journal@karazin.ua

Web-page: <http://periodicals.karazin.ua/ecology> (OJS)

Наукове видання

**ВІСНИК ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
імені В. Н. КАРАЗІНА**

**СЕРІЯ «ЕКОЛОГІЯ»
Вип. 31**

Збірник наукових праць

Українською та англійською мовами

Макетування та комп'ютерне верстання
Баскакова Л. В.

Підписано до друку 29.11.2024 Формат 60 x 84 ¹/₈ . Папір офсетний.
Друк ризографічний

Ум. друк. арк. 5,6. Обл.-вид. арк. 6,1
Наклад 50 пр. Зам. №33/24

61022 Харків, майдан Свободи, 6
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Надруковано ХНУ імені В. Н. Каразіна
61022, Харків, майдан Свободи, 4.
Тел. 705-24-32
Видавництво

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.09