

УДК 502/504

## АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ ВІЙНИ НА СТАН ОСТРОВА ХОРТИЦЯ

Горошкова Л. А.<sup>1</sup>, Меньшов О. І.<sup>2</sup>, Горошков С.В.<sup>2,3</sup>

goroshkova69@gmail.com, [menshov@knu.ua](mailto:menshov@knu.ua), stas20055002@gmail.com

<sup>1</sup>Національний університет «Києво-Могилянська академія», м.Київ, Україна

<sup>2</sup>Київський національний університет імені Т. Г. Шевченка, м. Київ, Україна

<sup>3</sup>Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

В роботі була проведена оцінка зміни природних та штучних комплексів острова Хортиця, що входить до складу Національного заповідника «Хортиця» шляхом аналізу магнітних властивостей та визначення вмісту небезпечних хімічних сполук (зокрема важких металів) у донних відкладеннях осушених озер, що утворилися після підриву Каховської греблі, а також ґрунтовому покриві.

**Ключові слова:** острів Хортиця, магнітні властивості ґрунтів та донних відкладів, озера, важкі метали

In this study, an assessment was carried out of the changes in natural and artificial complexes of Khortytsia Island, which is part of the National Reserve “Khortytsia.” The assessment was based on the analysis of magnetic properties and the determination of the content of hazardous chemical compounds (in particular, heavy metals) in the bottom sediments of drained lakes that were formed after the destruction of the Kakhovka dam, as well as in the soil cover.

**Keywords:** Khortytsia Island, magnetic properties of soils and bottom sediments, lakes, heavy metals.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що під час військових дій території з різними типами землекористування зазнають значного негативного впливу. Природні та антропогенні комплекси природно-заповідного фонду, а саме Національного заповідника «Хортиця» перебувають під постійною загрозою ракетних ударів, атак дронів, керованих авіабомб тощо.

Додатковий тиск створює урбанізоване середовище та важка промисловість Запоріжжя. Окрім цього, зникнення Каховського водосховища спричинило незворотні зміни у біорізноманітті, водному режимі та ландшафтних

умовах прилеглих територій, зокрема острова Хортиця.

Метою даної роботи є оцінка змін природних і антропогенних комплексів заповідника Хортиця шляхом аналізу магнітних властивостей та визначення концентрації небезпечних хімічних сполук, зокрема важких металів, у донних відкладеннях осушених озер, що виникли після руйнування Каховської греблі, а також у ґрунтовому покриві.

Магнітну сприйнятливість вимірювали за допомогою лабораторного капамістка KLY-2 Carrabridge. Питома магнітна сприйнятливість ( $\chi$ ) визначалася шляхом нормалізації на масу. Вміст хімічних елементів аналізували за допомогою рентгенофлуоресцентного (XRF) аналізу, використовуючи обладнання компанії Elvatech. Дослідження впливу війни з використанням даних ДЗЗ передбачало застосування хмарної платформи Google Earth Engine (GEE), отримання космічних знімків апаратів Sentinel-2, «LANDSAT-5», а також колекції даних з FIRMS (Fire Information for Resource Management System) від NASA, яка дає інформацію супутників MODIS та VIIRS. Аналіз здійснювався шляхом обробки супутникових даних з подальшою їхньою візуалізацією в GEE.

Було проведено дослідження донних відкладень озер Кам'яне, Прогній, Рисове та Піщане, а також ґрунтового покриву лісової ділянки.

Виявлено високу магнітну сприйнятливість. У більшості точок спостереження зафіксовані досить високі значення  $\chi = 50\text{--}100 \times 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$ , тоді як окремі зразки демонструють ще вищі показники ( $\chi = 100\text{--}300 \times 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$ ). Такі значення можуть бути пов'язані як із техногенним забрудненням, так і з літогенним походженням магнітних мінералів, що надходять із виходів кристалічного фундаменту в околицях Хортиці. Крім того, підвищена магнітна сприйнятливість зафіксована у піщаних ґрунтах змішаного лісу. Значуща кореляція магнітної сприйнятливості виявлена лише для хрому (коефіцієнт кореляції – 0,4). Водночас встановлено перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) важких металів: свинцю у 2–8 разів, цинку у 2–10 разів, хрому у 20–50 разів, міді у 10–20 разів, нікелю у 5–20 разів, кобальту у 5–8 разів.

Магнітна сприйнятливість донних відкладів озер та ґрунтового покриву

острова Хортиця є високою. Припускається, що це пов'язано із накопиченням літогенного матеріалу від вивітрювання гірських порід кристалічного фундаменту. Концентрація низки елементів, в першу чергу важких металів, перевищує ГДК у 2-50 разів. Однак значущий коефіцієнт кореляції було зафіксовано лише між  $\chi$  та Cr (0,4). Отже, магнітні мінерали не мають генетичного зв'язку із матеріалами, які вміщують важкі метали. Тобто, скоріше за все техногенний вплив відсутній.

В подальшому, кластеризація усіх видових ділянок острова (лісів, луків, прибережних зон, техногенних територій та гідрологічних об'єктів) за магнітними та іншими фізико-хімічними показниками ґрунтів дозволить визначити масштаби та характер змін екосистеми.

#### *Список використаної літератури*

1. Дубова, О.В (2008). Еколого-агрохімічна оцінка та фізичні властивості ґрунтів заплавної зони острова Хортиця. Вісник ЗНУ. Біологія, 2, 53-59.
2. Єнтін, В. А., Гінтов, О. Б., Орлюк, М. І., & Марченко, А. В. (2023). Локальні магнітні аномалії Українського щита як індикатори прояву різновікових етапів осередково-каналного магматизму. Геофизический журнал, (45,№ 2), 44-62.
3. Маринич, А.М., Пащенко, В.М., Шищенко, П.Г. (1985). Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование, Наук. думка, 224 с.
4. Bonchkovskyi, O., Ostapenko, P., Bonchkovskyi, A., & Shvaiko, V. (2025). War-induced soil disturbances in north-eastern Ukraine (Kharkiv region): Physical disturbances, soil contamination and land use change. Science of The Total Environment, 964, 178594.
5. Bondar, K. M., Tsiupa, I. V., Sachko, A. V., & Nasiedkin, I. I. (2024). Pre-war situation with soil pollution in the city of Zaporizhzhia: Metallurgical industry center in Ukraine - Characterized by magnetic, geochemical and microscopy methods. Acta Geophysica, 72(2), 1355-1375.
6. Chaparro, M. A., Chaparro, M. A., Córdoba, F. E., Lecomte, K. L., Gargiulo, J. D., Barrios, A. M., ... & Böhnelt, H. N. (2017). Sedimentary analysis and magnetic properties of Lake Anónima, Vega Island. Antarctic Science, 29(5), 429-444.
7. Delbecque, N., Van Ranst, E., Dondeyne, S., Mouazen, A. M., Vermeir, P., & Verdoodt, A. (2022). Geochemical fingerprinting and magnetic susceptibility to unravel the heterogeneous composition of urban soils. Science of the Total Environment, 847, 157502.

8. Devanesan, E., Chandrasekaran, A., Sivakumar, S., Freny Joy, K. M., Najam, L. A., & Ravisankar, R. (2020). Magnetic susceptibility as proxy for heavy metal pollution detection in sediment. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 44, 875-888.
9. Fisher R.A., Frank Y. (1948). *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research*, 6th ed., published by Longman Group, Ltd., London
10. Ghobadi, F., Khoramnejadian, S., & Alipour, S. (2024). Correlation of soil magnetic susceptibility with heavy metals and physico-chemical profile. *Journal of Environmental Engineering and Science*, 19(4), 255-261.
11. Horoshkova, L., Studinska, G., Mamchur, V., Menaker, A., & Menshov, O. (2024). Assessment of the impact of the Russian-Ukrainian war on the agrarian potential in Kherson region. *Ekonomika APK*, 31 (6), 10–26. <https://doi.org/10.32317/ekon.apk/6.2024.10>
12. Kusza, G., Kubowicz, A., Kłostowska, Ż., Łuczak, K., Łęczyński, L., & Hulisz, P. (2023). Environmental effects of potentially toxic elements and the magnetic susceptibility distribution in the surface bottom sediments in the Vistula estuary (Gulf of Gdańsk, Poland). *Journal of Soils and Sediments*, 23(9), 3499-3512.
13. Lascu, I., & Plank, C. (2013). A new dimension to sediment magnetism: Charting the spatial variability of magnetic properties across lake basins. *Global and Planetary Change*, 110, 340-349.
14. Liu, D., Ma, J., Sun, Y., & Li, Y. (2016). Spatial distribution of soil magnetic susceptibility and correlation with heavy metal pollution in Kaifeng City, China. *Catena*, 139, 53-60.
15. Menshov, O., Bakhmutov, V., Hlavatskyi, D., Poliachenko, I., & Bondar, K. (2024). Magnetic Imprint in the Soils as a Consequence of War Impact in Ukraine. In *85th EAGE Annual Conference & Exhibition (including the Workshop Programme) (Vol. 2024, No. 1, pp. 1—5)*. European Association of Geoscientists & Engineers.
16. Menshov, O., Kruglov, O., Vyzhva, S., Horoshkova, L., Pereira, P., Pastushenko, T., & Dindaroglu, T. (2021). Landscape position effects on magnetic properties of soils in the agricultural land Pechenigy, Ukraine. *Earth Systems and Environment*, 5(3), 739—750. <https://doi.org/10.1007/s41748-021-00240-7>
17. Menshov, A. I., & Sukhorada, A. V. (2012). Soil magnetism in Ukraine. *Scientific Bulletin of National Mining University*, (1).
18. Szczepaniak-Wnuk, I., Górka-Kostrubiec, B., Dytłow, S., Szwarczewski, P., Kwapuliński, P., & Karasiński, J. (2020). Assessment of heavy metal pollution in Vistula river (Poland) sediments by using magnetic methods. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 24129-24144.