

РОЗДІЛ IV

Геоєкологія та геоінформатика

UDC 551.481.1 (477.82)

DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2024.3.15>

Oksana Hromyk

Candidate of Geographical Sciences,
Associate Professor of the Department of Tourism and Hotel and Restaurant Business,
Lutsk National Technical University
o.hromyk@lutsk-ntu.com.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1316-8390>

Olga Ilyina

Candidate of Geographical Sciences,
Associate Professor of the Department of Tourism and Hotel Management,
Lesya Ukrainka Volyn National University
olga777ilyina@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8965-0629>

RADIATION AND ECOLOGICAL STUDIES OF VEGETATION OF LUTSK DISTRICT OF VOLYN REGION

Abstract. The content of radionuclides of ^{137}Cs , ^{90}Sr and heavy metals in vegetation and agricultural products was found out in the settlements of Lutsk district of Volyn region. The results of our own field expeditionary research, as well as the results of generalization of stock materials of the Laboratory of Ecological Land Safety and Product Quality of the Volyn branch of the state institution “Institute for Soil Protection of Ukraine” (Lutsk) are the basis of the research. The plant products contain a small content of radioactive elements in the settlements of the Lutsk district of the Volyn region. The greatest pollution of plant products was found in the settlements of Sytnytsia and Omeliano. The content of the ^{137}Cs , ^{90}Sr does not exceed the maximum permissible concentrations. Exceeding the maximum permissible concentrations for the content of heavy metal salts was found in potatoes in the villages of Pozharky, Vesele. The results of the radiation-ecological study can be taken into account for the optimization of nature management and are necessary for state emergency management bodies of natural-technogenic content, for the possibility of reasonable planning and effective implementation of measures and projects for strengthening eco-environmental safety. The data obtained are important for the development of the National Concept to overcome the consequences of the Chernobyl disaster on the contamination of agricultural products with radionuclides and heavy metals.

Key words: radionuclides, radiation safety, heavy metals, maximum permissible concentration, radioactive contamination.

Громик Оксана, Ільїна Ольга. РАДІАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОСЛИННОСТІ ЛУЦЬКОГО РАЙОНУ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Анотація. З’ясовано вміст радіонуклідів ^{137}Cs , ^{90}Sr та важких металів у рослинності та сільськогосподарській продукції в межах населених пунктів Луцького району Волинської області. В основу досліджень покладено результати власних польових експедиційних досліджень, а також результати узагальнення фондових матеріалів Лабораторії екологічної безпеки земель і якості продукції Волинської філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» (м. Луцьк). У рослинній продукції населених пунктів Луцького району Волинської області зосереджено незначний вміст радіоактивних елементів. Найбільше

забруднена рослинна продукція була виявлена у населених пунктах с. Ситниця, с. Омельяно. Уміст ^{137}Cs , ^{90}Sr не перевищує гранично допустимих концентрацій. Встановлено значний вміст солей важких металів та перевищення гранично допустимих концентрацій для картоплі с. Пожарки та с. Веселе. Результати радіаційно-екологічного дослідження можуть бути враховані для оптимізації природокористування й необхідні для державних органів керування надзвичайними ситуаціями природно-техногенного характеру, для можливості обґрунтованого планування й ефективної реалізації заходів і проєктів посилення екосередовищної безпеки. Отримані дані щодо забруднення сільськогосподарської продукції радіонуклідами й важкими металами важливі для розробки Загальнодержавної концепції щодо подолання наслідків Чорнобильської катастрофи.

Ключові слова: радіонукліди, радіаційна безпека, важкі метали, гранично допустима концентрація, радіоактивне забруднення.

Relevance of the research topic. The article deals with an important issue of rational use of water bodies and lands under conditions of technogenic load on the environment, in particular, optimization of environmental use in the zone of radioactive contamination. Information on conditions and dynamics is required for ecological-geographical and constructive-geographical justification of optimization of agrolandscapes. The nature of agro-environmental problems requires attention to the negative aspects of the environmentally safe development of agro-industrial production. It is necessary to change the priorities of environmental policy, which in turn requires a perfect integrated analysis of the state, trends and features of the development and functioning of agro-ecosystems.

The threat of internal exposure of the local population by long-lived radionuclides constantly exists in the territory of the Volyn region [1]. Radiation and ecological aspects of the rational use of polluted areas consist in the mandatory consideration of the possibility of guaranteed production of radio-ecologically safe agricultural products. These aspects are aimed at reducing both the individual effective radiation dose by not exceeding the current hygienic standards [8] in food products, and the collective dose for certain population groups by reducing the intensity of radionuclide flows with crop yields [6; 7].

The task of dosimetric and radiometric monitoring of various pollution objects was presented to specialists. This applies primarily to crop and livestock products. The goal is to reduce the intake and accumulation of radioactive substances and obtain products with permissible quality levels.

The study is aimed at solving one of the most important problems – the improvement of eco-environment, which is focused on creating safe human living conditions.

Analysis of the latest research and publications on the research topic. A significant number of works are devoted to the problem of contamination of the territory of the study with toxic substances. Special attention is paid to the works of V. M. Samoilenko, who proposed the complex zoning of radioactive-contaminated territories and the possible radioecological consequences of resource use [18], Yu.S. Tavrova, who identified the most ecologically dangerous local complexes and types of use of water, biological and land resources of the geosystems of the reservoirs of Polissia and the north of the Forest-steppe [19], L.D. Romanchuk, who carried out a radioecological assessment of the formation of the dose load of residents of rural areas of Polissia Ukraine [17] etc.

However, important spatio-temporal aspects of the spread, accumulation and concentration of pollutants, especially radionuclides and heavy metals, require local research.

The purpose and objectives of the research. The purpose of the study is to find out the content of radionuclides ^{137}Cs , ^{90}Sr and heavy metals in vegetation within the settlements of the Lutsk district of the Volyn region.

Research methods and materials. The source materials of the study were stock materials of the Laboratory of Environmental Safety of Lands and Quality of Products of the Volyn Branch of the State Institution “Institute for Soil Protection of Ukraine” (Lutsk) and the results of our own preliminary generalizations on the study of the state of radioactive contamination of nature components of Volyn region [9–13; 20; 21]. Traditional research methods used in landscape science, soil science,

landscape geochemistry have been applied [2; 3; 5; 8; 15; 16]. The basis of the study is spatial-temporal analysis and synthesis of ecological-geographical information on radioactive contamination using comparative-geographical, analytical and other methods. Standard methods for sampling and measuring samples according to the current methods of radiochemical, radiospectrometric, hydrochemical, statistical analyses were applied during field and laboratory studies.

Main results. The intake of the main radionuclides, ^{137}Cs and ^{90}Sr into the human body with food mainly occurs as a result of their transition from soil to plants, and then into crop production. ^{137}Cs is a chemical analogue of potassium. It participates in all metabolism reactions in plants and organisms of animals and humans, is biologically very mobile and is relatively quickly excreted from the body. The greatest radioactive hazard is created by long-lived radioisotopes of ^{137}Cs and ^{90}Sr , which have a significant half-life and are actively involved in the process of biological migration.

Natural cesium is represented by one stable isotope ^{133}Cs . Distribution products include two radioisotopes ^{137}Cs and ^{134}Cs . ^{90}Sr has significant radiological significance only in the territory adjacent to the exclusion zone. It is an analogue of calcium, characterized by high digestibility of living organisms, slowly excreted from the body, as it accumulates in bone tissue. Natural strontium consists of 4 stable isotopes with mass numbers 84, 86, 87 and 88. Two radioisotopes are included in the distribution products: ^{90}Sr belongs to the number of the most biologically mobile and ^{89}Sr is a shorter-lived radionuclide. The contribution of ^{90}Sr to the load per person, compared to ^{137}Cs is much less in the polluted areas of the Volyn region [12].

Agricultural activities are an integral part of the life of the rural population. Therefore, its residence on areas contaminated with radioactive substances is advisable and possible only on the condition that the radiation state allows for work in agriculture and animal husbandry and is safe for health. As well as production of products suitable for unlimited use both in nutrition and in industry in private farms [14].

59852 ha was surveyed in 2018 to control the migration of radioactive elementiv ^{137}Cs and ^{90}Sr . The surveyed arable land area was 38,897 hectares, meadows and pastures – 20,955 hectares. The pollution density ^{137}Cs all surveyed farmland is up to 1 Ki/km² and ^{90}Sr up to 0.02 Ki/km².

The results of analysis of vegetation contamination with radionuclides and heavy metals (lead, zinc, copper, cadmium, mercury) in the controlled areas in settlements showed that ^{137}Cs contamination ranges from 2.5–3.8 Bq/kg, ^{90}Sr – 0.5–1.2 Bq/kg. The maximum content of radionuclide accumulation in plant products was recorded in the villages of Sytnytsia (3.8 Ki/km²) and Omeliano (Table 1).

Table 1

Contents of ^{137}Cs , ^{90}Sr in plant products within settlements

| № p/p | Settlement | Coordinates | | Plant name | ^{137}Cs (Bq/kg) | ^{90}Sr (Bq/kg) |
|-------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------------|--------------------------|
| | | north latitude | east longitude | | | |
| 1 | Vesele | 50° 47' 073" | 24° 59' 825" | potato | <2,5 | <0,5 |
| 2 | Gremiache | 51° 51' 324" | 25° 56' 478" | perennial herbs | <2,5 | <0,5 |
| 3 | Zhuravnyki | 50° 26' 148" | 24° 41' 858" | wheat straw | <2,5 | <0,5 |
| 4 | Krupa | 50° 42' 180" | 25° 25' 867" | perennial herbs | <2,5 | <0,5 |
| 5 | Omeliano | 50° 58' 865" | 25° 34' 907" | perennial herbs | 3,4 | 1,2 |
| 6 | Perespa | 50° 59' 213" | 25° 09' 088" | perennial herbs | <2,5 | <0,5 |
| 7 | Pidgaitsi | 50° 44' 322" | 25° 24' 170" | perennial herbs | <2,5 | <0,5 |
| 8 | Pozharky | 50° 44' 594" | 25° 20' 874" | potato | <2,5 | <0,5 |
| 9 | Rokyni | 50° 50' 538" | 25° 16' 394" | perennial herbs | <2,5 | <0,5 |
| 10 | Sytnytsia | 51° 03' 06" | 25° 36' 52" | perennial herbs | 3,8 | 1,2 |
| 11 | Ughryniv | 50° 34' 845" | 25° 02' 880" | perennial herbs | <2,5 | <0,5 |
| 12 | Tsuman Forestry | 50° 54' 190" | 25° 53' 111" | perennial herbs | <2,5 | <0,5 |

Exceeding the content of radionuclides in potatoes – 20 Bq/kg ¹³⁷Cs and 60 Bq/kg ⁹⁰Sr [8], according to the results of studies, was not found.

The results of the analysis of the content of heavy metal salts in plant products showed that the maximum permissible concentrations were exceeded [4; 5; 16]. The residual amount of lead exceeds the permissible levels by 1.7 times, with a norm of 0.1 mg/kg, and is 0.17 mg/kg in the studied potato samples in the village of Vesele. The content of copper, cadmium and mercury in the samples is lower than the maximum permissible concentration copper – 6.1–7.4 mg/kg, cadmium – 0.012–0.015 mg/kg, mercury – 0.002 mg/kg (Table 2).

Table 2

Content of heavy metal salts in plant products within settlements

| № p/p | Settlement | Plant name | Content of heavy metal salts (mg/kg) | | | | |
|-------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|------|-------|------|--------|
| | | | Cu | Pb | Cd | Zn | Hg |
| 1 | Vesele | potato | 6,1 | 0,17 | 0,015 | 13,4 | <0,002 |
| 2 | Gremiache | perennial herbs | 8,4 | 0,27 | 0,007 | 18,4 | <0,002 |
| 3 | Zhuravnyki | wheat straw | 3,4 | 0,28 | 0,017 | 18,8 | <0,002 |
| 4 | Krupa | perennial herbs | 8,5 | 0,2 | 0,044 | 26,3 | <0,002 |
| 5 | Omeliano | perennial herbs | 6,2 | 0,14 | 0,034 | 9,7 | <0,002 |
| 6 | Perespa | perennial herbs | 5,0 | 0,17 | 0,062 | 22,7 | <0,002 |
| 7 | Pidgaitsi | perennial herbs | 4,7 | 0,24 | 0,041 | 9,2 | <0,002 |
| 8 | Pozharky | potato | 7,4 | 0,09 | 0,012 | 24,0 | <0,002 |
| 9 | Rokyni | perennial herbs | 4,7 | 0,31 | 0,037 | 25,7 | <0,002 |
| 10 | Sytnytsia | perennial herbs | 5,2 | 0,11 | 0,028 | 14,2 | <0,002 |
| 11 | Ughryniv | perennial herbs | 6,0 | 0,18 | 0,028 | 9,0 | <0,002 |
| 12 | Tsuman Forestry | perennial herbs | 4,5 | 0,26 | 0,036 | 42,0 | <0,002 |

The simplest and most effective way to reduce the content of radionuclides in plant products is to select crops and their varieties in potentially contaminated areas. Application of soil protection treatment with minimization elements is quite effective. This will increase the number of nutrient residues on the soil surface and increase wind resistance. Anti-erosion measures will ensure the maximum possible preservation of the humus horizon and create prerequisites for fixing the main part of radionuclides.

Exceptional attention should be paid to the creation of cultivated pastures, namely: the improvement of natural grasses, the improvement of old crops of perennial grasses, the increase of areas of new crops. It is necessary to carry out a number of measures aimed at reducing the content of radionuclides in plants, namely: take into account the main patterns of radionuclides coming from the soil into plants; rationally place crops on soils with different agrochemical properties and levels of radioactive contamination; properly organize systems of rational use of haymakers and pastures. Take into account all factors affecting radioactive contamination of products as much as possible.

Modern approaches to radioprotective nutrition include: maximum possible reduction of radionuclide intake with food, inhibition of absorption and accumulation of radionuclides in the body, adherence to the principles of rational nutrition. The use of the simplest means of primary decontamination and technological treatment for radioactive contamination is the main feature of preparing crop products directly for use or for further processing.

Conclusions and prospects for further research. Insignificant content of radioactive elements was detected during the study of the content of radionuclides in plant products. The greatest pollution of plant products was found in the settlements of Sytnytsia and Omeliano. The content of the ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr does not exceed the maximum permissible concentrations. Exceeding the maximum permissible

concentrations for the content of heavy metal salts was found in potatoes in the villages of Pozharky, Vesele. The obtained results will serve as the basis for rational environmental use in the zone of radioactive contamination of the region; to optimize the use of natural resources and environmental protection; to enable sound planning and effective implementation of activities and projects in order to enhance eco-environment security. Prospects for further radiological studies of the region should be considered: a deeper knowledge of anthropogenic factors (industrial, agricultural, radiation) solving environmental problems and improving ecosituations in polluted areas, implementation of measures and projects to strengthen the eco-safety of local water and resource use in order to obtain radiation clean products.

The scientific novelty of the conducted research is the analysis of the content of radionuclides and heavy metals in plants and agricultural products within the settlements of the Lutsk district of the Volyn region.

Bibliography:

1. Характеристика рівнів забруднення довго існуючими радіонуклідами ^{137}Cs і ^{90}Sr кормів, продуктів тваринництва і рослинництва на території Волинської області за період 1991–2016 рр. / П.К. Бойко, Б.М. Куртяк, М.І. Зінчук, Т.О. Пундяк, І.В. Панащук, Р.М. Гнатюк, Н.В. Дудковська, М.М. Цісс., Л.В. Хомович. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2017. Т. 19. № 78. С. 13–17.
2. Бондар О.І., Дутов О.І. Концептуальні підходи до напрямів можливого використання у агровиробництві відчужених радіоактивно забруднених земель. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. 2015. № 1 (5). С. 187–194.
3. Щодо програми безпечного ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених радіонуклідами внаслідок Чорнобильської катастрофи / С.Ю. Булигін, Б.С. Прістер, О.І. Фурдичко, О.І. Дутов. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 5. С. 53–57.
4. Державні санітарні правила та норми ДСанПІН 8.8.1.2.3.4-000-2001. Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті. Київ, 2001. 244 с.
5. ДСТУ 7176-85. Картопля свіжа продовольча, заготовлювана. Технічні умови. Київ, 1985. 24 с.
6. Дутов О.І., Абідов С.Т. Радіаційно-екологічні підходи до раціонального використання забруднених земель для виробництва безпечної сільськогосподарської продукції. *Збалансоване природокористування*. 2015. № 1. С. 89–93.
7. Дутов О.І. Агроекологічні підходи до мінімізації доз опромінення населення у віддалений період розвитку радіологічної ситуації після аварії на ЧАЕС. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. 2014. № 1 (5). С. 24–30.
8. Гігієнічний норматив: ГН 6.6.1.1-130-2006. «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді (ДР-2006). Київ. 2006. 45 с.
9. Громик О.М., Ільїна О.В. Агрохімічні особливості радіоактивно забруднених ґрунтів Волинської області. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія «Географічні науки»*. 2018. № 10 (383). С. 32–38.
10. Громик О.М., Ільїна О.В. Агрохімічні показники ґрунтів зони радіоактивного забруднення Волинської області. *Природно-ресурсний та енергетичний потенціали: напрями збереження, відновлення та раціонального використання* : колективна монографія. Полтава : Видавництво ПП «Астроя», 2019. С. 25–31.
11. Громик О.М., Ільїна О.В. Радіонукліди та важкі метали в ґрунтах і водах території радіоактивного забруднення Волинської області. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія «Географічні науки»*. 2016. № 15 (340). С. 30–39.
12. Громик О.М., Ільїн Л.В. Радіоекологічний аналіз ландшафтів Волинської області : монографія. Луцьк : РВВ Луцького НТУ, 2020. 258 с.
13. Ільїн Л.В., Громик О.М., Ільїна О.В., Зінчук М. І. Радіоекологічний аналіз зони забруднення Волинської області України. *Ядерна та радіаційна безпека*. 2020. № 1 (85). С. 73–80.
14. Кічно В.О., Поліщук С.В., Гудков І.М. Основи радіобіології та радіоекології : навчальний посібник. Київ : Хай-Тек Прес, 2010. 320 с.

15. Методичний посібник з організації проведення науково-дослідних робіт в галузі сільськогосподарської радіології. Київ, 1992. 136 с.
16. Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм : Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 13 травня 2013 № 368. URL: <https://zakononline.com.ua> (дата звернення: 19.02.2024).
17. Романчук Л.Д. Радіоекологічна оцінка формування дозового навантаження у мешканців сільських територій Полісся України. Житомир : Полісся, 2015. 300 с.
18. Самойленко В.М. Комплексне районування радіоактивно забруднених територій Полісся і півночі Лісостепу за гідрологічно-ландшафтними умовами та можливими радіоекологічними наслідками місцевого водо- і ресурсокористування. Київ : Ніка-Центр, 1999. 280 с.
19. Тавров Ю.С. Мінливість розподілу і співвідношення радіоактивної забрудненості між ланками екосистем Полісся та півночі Лісостепу. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2001. Т. 2. С. 689–695.
20. Hromyk O., Ilyin L., Grygus I., Korotun S., Ilyina O. Radiation monitoring of agricultural soils of Volyn region of Ukraine. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*. 2020. № 71 (4). С. 72–79.
21. Hromyk O.M., Ilyina O.V. Radionuclides and heavy metals in soils and waters on the territory of radioactive contamination in Volyn region. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. 2017. Vol. 14. Is. 132. P. 17–19.

References:

1. Boyko, P.K., Kurtyak, B.M., Zinchuk, M.I., Pundyak, T.O., Panashchuk, I.V., Hnatyuk, R.M., Dudkovska, N.V., Tsiss, M.M., & Khomovych, L.V. (2017). Characterization of the levels of contamination with long-existing radionuclides ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr of fodder, animal husbandry and crop production in the territory of the Volyn region for the period 1991–2016. *Scientific bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhitskyi*, 78, 19, 13–17. [In Ukrainian].
2. Bondar, O.I., & Dutov, O.I. (2015). Conceptual approaches to directions of possible use in agricultural production of alienated radioactively contaminated lands. *Environmental sciences. scientific and practical journal*, 1(5), 187–194. [In Ukrainian].
3. Bulygin, S.Yu., Priester, B.S., Furdychko, O.I., & Dutov, O.I. (2012). Concerning the program of safe management of agricultural production in territories contaminated with radionuclides as a result of the Chernobyl disaster. *Herald of Agrarian Science*, 5, 53–57. [In Ukrainian].
4. State sanitary rules and regulations DSanPiN 8.8.1.2.3.4-000-2001. (2001). Permissible doses, concentrations, quantities and levels of pesticide content in agricultural raw materials, food products, air of the working area, atmospheric air, water of reservoirs, soil. Kyiv, 244. [In Ukrainian].
5. DSTU 7176-85. Potatoes are fresh for food, prepared. Specifications. (1985). Kyiv, 24. (Information and documentation). [In Ukrainian].
6. Dutov, O.I., & Abidov, S.T. (2015). Radiation-ecological approaches to the rational use of contaminated land for the production of safe agricultural products. *Balanced nature management*, 1, 89–93. [In Ukrainian].
7. Dutov, O.I. (2014). Agroecological approaches to minimizing population radiation doses in the remote period of the development of the radiological situation after the accident at the Chernobyl nuclear power plant. *Ecological sciences: a scientific and practical journal*, 1(5), 24–30. [In Ukrainian].
8. Hygienic standard: ГН 6.6.1.1-130-2006. (2016). “Permissible levels of radionuclides ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in food and drinking water (DR-2006)”. Kyiv, 45. [In Ukrainian].
9. Hromyk O.M., & Ilyina O.V. (2018). Agrochemical features of radioactively contaminated soils of the Volyn region. *Scientific bulletin of Lesya Ukrainka East European National University. Geographical sciences*, 10(383), 32–38. [In Ukrainian].
10. Hromyk, O.M., & Ilyina, O.V. (2019). Agrochemical indicators of soils in the zone of radioactive contamination of the Volyn region. *Natural resource and energy potentials: directions of conservation, restoration and rational use: collective monograph*. Poltava: PP Publishing House "Astraya", 25–31. [In Ukrainian].
11. Hromyk, O.M., & Ilyina, O.V. (2016). Radionuclides and heavy metals in the soils and waters of the territory of radioactive contamination of the Volyn region. *Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka East European National University. Geographical sciences*, 15(340), 30–39. [In Ukrainian].
12. Hromyk, O.M., & Ilyin, L.V. (2020) Radioecological analysis of landscapes of the Volyn region: monograph. Lutsk: Lutsk National Technical University, 258. [In Ukrainian].

13. Ilyin, L.V., Hromyk, O.M., Ilyina, O.V., & Zinchuk, M.I. (2020). Radioecological analysis of the contaminated zone of the Volyn region of Ukraine. *Nuclear and radiation safety, 1*(85), 73–80. [In Ukrainian].
14. Kitsno, V.O., Polishchuk, S.V., & Gudkov, I.M. (2010). Fundamentals of radiobiology and radioecology: A study guide. Kyiv: Hi-Tech Press, 320. [In Ukrainian].
15. Methodical manual for the organization of research works in the field of agricultural radiology (1992). Kyiv, 136. [In Ukrainian].
16. Order of the Ministry of Health of Ukraine “On Approval of State Hygienic Rules and Regulations” dated May 13, 2013. No. 368. (2013). Retrieved 19.02.2024 from <https://zakononline.com.ua> [In Ukrainian].
17. Romanchuk, L. D. (2015). Radioecological evaluation of the formation of dose load in the inhabitants of the rural areas of Polissia of Ukraine. Zhytomyr: Polissya, 300. [In Ukrainian].
18. Samoilenko, V.M. (1999). Complex zoning of radioactively contaminated territories of Polissia and the north of the Forest Steppe according to hydrological and landscape conditions and possible radioecological consequences of local water and resource use. Kyiv: Nika-Center, 280. [In Ukrainian].
19. Tavrov, Yu.S. (2001). Variability of the distribution and ratio of radioactive contamination between the links of the Polissia and northern Forest-Steppe ecosystems. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology, 2*, 689–695. [In Ukrainian].
20. Hromyk, O., Ilyin, L., Grygus, I., Korotun, S., & Ilyina, O. (2020). Radiation monitoring of agricultural soils of Volyn region of Ukraine (2020). *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 71*(4), 72–79.
21. Hromyk, O.M., & Ilyina, O.V. (2017). Radionuclides and heavy metals in soils and waters on the territory of radioactive contamination in Volyn region. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences, 14*, 132, 17–19.

Стаття надійшла до редколегії
28.02.2024 р.

УДК 631.4:528.9

DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2024.3.16>

Сергій Остапчук

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри геодезії та картографії,
Національний університет водного господарства та природокористування
s.m.ostapchuk@nuwm.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4493-1144>

Наталія Кушнірук

здобувач вищої освіти за спеціальністю «Геодезія та землеустрій»,
Національний університет водного господарства та природокористування
kushniruk_az19@nuwm.edu.ua

КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ВМІСТУ АЗОТУ В ҐРУНТАХ ЗДОЛБУНІВЩИНИ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Анотація. Метою роботи є вивчення та аналіз вмісту азоту – важливого макроелемента ґрунтового покриву – на території одного з найбільших регіонів Рівненської області – Здолбунівщини. На основі узагальнення результатів трьох останніх турів агрохімічної паспортизації сільськогосподарських земель (9–11 тури, 2007–2017 рр.), проведеної ДУ «Держґрунтоохорона», розроблено відповідну базу даних та побудовано авторські тематичні карти й діаграми. При укладанні карт використано спеціальне програмне забезпечення ArcMap, основний спосіб зображення – картограми. Створені картографічні моделі дають змогу проаналізу-