

УДК 004.9

Denys O. Zorin, PhD, Associate Professor of Ecology Institute of Natural Sciences and Tourism, Department of Ecology, IFNTUOG
ORCID ID: 0000-0002-3519-8171 *e-mail*: denzor@gmail.com

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine

ELECTRONIC CARTOGRAPHIC GIS-MODELS OF THE ENVIRONMENTAL STATE OF THE DNIESTER CANYON

Abstract. *The Dniester Canyon is a deep gorge, 100-120-140 m, between the Podil Upland on the left bank and the Carpathian and Prut-Dniester Uplands on the right bank. The canyon is famous for its classic geological sections of the Silurian and Devonian systems, between which there is a gradual transition. There are only four such incisions in the world: ours, as well as in the Czech Republic, Scotland and the United States. Great geomorphological attractiveness of the canyon: two Upper Pleocene supra-canyon and five Quaternary intra-canyon river terraces; caves, waterfalls, travertine formations, bizarre rocks of physical and chemical weathering. The rocky flora and fauna are protected by natural monuments, reserves, regional landscapes and natural national parks. These objects are listed in the Red and Green Books. Therefore, the Dniester Canyon was chosen as one of the seven wonders of nature. That is why it is necessary to preserve this national heritage for present and future generations. To do this, environmental safety systems are developed by GIS mapping methods.*

The electronic cartographic material in geoinformation systems are digital or vector maps. The Vector maps are created based on the registration of raster scanned map material or satellite images. Vector layers can be interpolated or created from thematic maps using databases.

Most often, measuring operations in GIS packages are implemented in the form of special functions and presented as a separate menu item. Such functions include: measurement (determination) of point coordinates; measurement of distances between two specified coordinates (with or without taking into account the three-dimensional coordinate system); measuring the length of a straight or broken line; measuring the length of the perimeter of the polygon; measuring the area of the landfill; measurement of volumes using the surface and cutting plane. Selection operations help the user to get exactly the information he needs at the moment of working with GIS. The selection of the necessary part of information from one or more cartographic databases is carried out using queries.

Keywords: *Canyon; Silurian and Devonian system; rock vegetation; GIS mapping*

Д.О. Зорін

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

ЕЛЕКТРОННІ КАРТОГРАФІЧНІ ГІС-МОДЕЛІ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДНІСТРОВСЬКОГО КАНЬЙОНУ

Анотація. *Каньйон прославився класичними геологічними розрізами силурійської та девонської систем, між якими спостерігається поступовий перехід. Велика геоморфологічна привабливість каньйону: дві верхньоплеоценові надканьйонні та п'ять четвертинних*

внутрішньоканьйонних річкових терас; печери, водоспади. Дністровський каньйон обраний одним із семи чудес природи, тому необхідно зберегти це національне надбання для сучасних та майбутніх поколінь. Для цього розроблені екологічно безпечні методи ГІС-картографування.

Електронний картографічний матеріал в геоінформаційних системах – це цифрові або векторні карти. Векторні карти створюють на основі реєстрації растрового відсканованого картографічного матеріалу чи супутникових знімків. Векторні шари можуть бути інтерпольовані або створені на основі тематичних карт з використанням баз даних.

Найбільш часто вимірювальні операції в ГІС-пакетах реалізовані у вигляді спеціальних функцій і подані як окремий пункт меню. До таких функцій відносять: вимірювання (визначення) координат точки; вимірювання відстаней між двома зазначеними координатами (з урахуванням або без урахування системи тривимірних координат); вимірювання довжини прямої чи ламаної лінії; вимірювання довжини периметра полігона; вимірювання площі полігона; вимірювання об'ємів з використанням поверхні і січної площини. Операції вибору допомагають користувачу одержати саме ту інформацію, яка необхідна йому в даний момент роботи з ГІС. Вибір необхідної частини інформації з однієї чи декількох картографічних баз даних здійснюється за допомогою запитів.

Ключові слова: Каньйон; силурійська та девонська системи; наскельна рослинність; ГІС-картографування

DOI: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2022.3.110-118>

Вступ

Екологічна безпека – це існуючий або прогнозований стан довкілля – геологічного середовища, геофізичних полів, рельєфу, поверхневої, ґрунтової та підземної гідросфери, атмосферного повітря, ґрунтового та рослинного покривів, тваринного світу, соціосфери та техносфери, яку створила людина і яка тисне на всі попередні сфери. Екологічна безпека має відповідати міжнародним стандартам збереження природи та безпеки життєдіяльності населення. Складовими екологічної безпеки є блоки: стратегічної екологічної оцінки, екологічного аудиту, впливу техногенних об'єктів на довкілля (ОВД), моніторингу, моделювання та прогнозування стану та змін навколишнього середовища. Все це об'єднується в єдину географічну інформаційну систему (ГІС) [1, 2, 4].

Матеріали та методи

Для визначення еколого-геохімічних закономірностей та екологічного стану геологічного та суміжних середовищ Дністровської долини була обрана модельна територія, на прикладі якої можна встановити ці закономірності на різні частини річкового басейну.

Для вирішення поставлених завдань на модельній території [2, 8, 9, 13] закладено мережу спостережень, яка більш-менш рівномірно охоплює весь полігон. Робочий масштаб польових досліджень 1 : 50 000. Географічні координати точок (геоекологічних полігонів) визначені за допомогою ГІС MAP INFO з цифрової карти масштабу 1 : 100 000. Виходячи з особливостей геологічної будови, геоморфології, розповсюдження ґрунтів різних типів, ландшафтної структури території та існуючих вимог до масштабу досліджень,

було визначено 136 геоекологічних полігонів – точок спостережень, де відбирали проби для різних аналізів. Точки обирались таким чином, щоб вони характеризували усі ландшафти, геоморфологічні елементи та геологічні структури, тобто мережа геоекологічних спостережень виключає можливість пропущення якоїсь важливої геоекологічної смуги чи іншої структурної одиниці.

Розташування геоекологічних полігонів для відбору проб здійснювалось рівномірно, через 0,5–1 км. Основним визначальним чинником для «прив'язки» полігону до тієї чи іншої точки на карті і місцевості була наявність ландшафтних одиниць, типів ґрунтів, рельєфу, літогенної основи, поверхневих водотоків і контурів ґрунтових вод [9, 13]. Необхідно було охопити усі ці особливості так, щоб на кожній одиниці ландшафту розташувалось не менше 10–12 геоекологічних полігонів [1, 5, 6–8, 10, 12]. За допомогою маршрутів було вивчено більш-менш рівномірно всю модельну територію Дністровського каньйону. Для обробки та узагальнення отриманих даних застосовувались математичні методи та комп'ютерні технології.

Результати

Матеріалами слугували бази даних екологічної інформації (табл. 1) по кожному досліджуваному компоненту природного середовища.

Карта сучасної екологічної ситуації є результатом екологічного аудиту відповідної території. Для побудови її було оцінено екологічний стан кожної геоекосистеми шляхом інтегрованої оцінки її складових геокомпонентів, тобто геологічного середовища, геоморфосфери, водних ресурсів, атмосферного повітря, ґрунтового та рослинного покривів, тваринного світу та впливу на них техносфери [6, 7].

Екологічний стан геоекосистеми Дністровського каньйону визначено ранжуванням сумарних показників забруднення (СПЗ) ґрунтового та рослинного покривів, атмосферного повітря і ґрунтових вод. Кожному екологічному стану відповідає той чи інший колір на карті сучасної екологічної ситуації. Для виявлення спільних аномальних зон забруднення застосовані методи комп'ютерного прозорого накладання фонових і аномальних вмістів забруднювальних речовин (рис. 1–4).

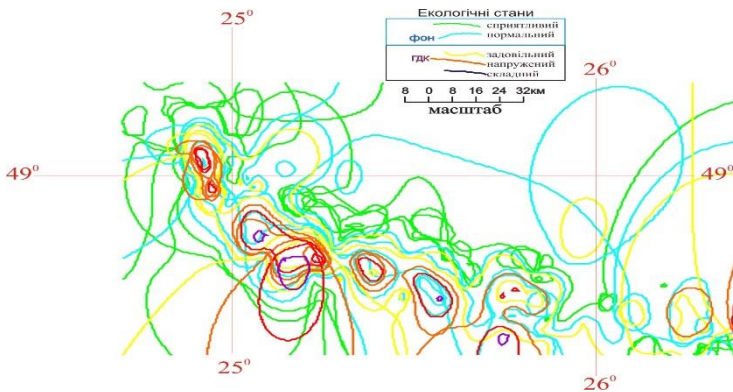


Рис. 1. Накладання ізоліній фонових концентрацій хімічних елементів у ґрунтах

Таблиця 1 – Кількісна оцінка техногенного навантаження від забруднення важкими металами ґрунтового покриву у розрізі геоекологічних смуг

Геоекологічні смуги	Вміст (тонн) у ґрунтовому покриві геоекологічних смуг						+/- перевищення (%) фонових вмістів
	As	Cd	Pb	Cu	Zn	V	
I	0,12	0,26	13,21	1,03	2,16	0,13	- 0,2
II	0,16	0,22	0,67	0,72	1,14	0,15	- 0,3
III	0,18	0,16	2,43	2,14	4,13	0,17	- 0,2
IV	0,36	0,42	0,54	0,66	1,32	0,42	- 0,4
V	0,12	0,14	0,92	1,24	2,48	0,13	+ 0,1
VI	0,41	0,63	0,61	1,02	2,01	0,24	- 0,2
VII	0,08	0,16	0,88	0,96	1,81	0,09	+ 0,2
VIII	0,33	0,54	0,36	0,46	0,96	0,66	- 0,3
IX	0,15	0,16	1,42	1,13	2,44	0,31	+ 0,4
X	0,32	0,66	0,85	0,64	1,29	0,64	- 0,3
XI	0,16	0,18	1,66	1,44	2,88	0,31	+ 0,3
XII	0,22	0,49	0,94	0,72	1,42	0,43	- 0,4
XIII	0,08	0,21	1,24	1,64	3,16	0,16	+ 0,5
XIV	0,21	0,56	0,67	0,59	1,64	0,42	- 0,1
XV	0,11	0,17	2,41	1,29	2,36	0,22	+ 0,6
XVI	0,29	0,61	0,67	0,61	1,12	0,34	- 0,3
XVII	0,16	0,21	1,42	1,24	2,19	0,19	+ 0,3
XVIII	0,33	0,22	0,54	0,66	0,96	0,29	- 0,2
XIX	0,14	0,19	0,84	0,41	3,06	0,16	- 0,3
XX	0,47	0,72	2,22	2,16	8,19	0,54	+ 1,6
XXI	0,19	0,16	0,36	0,73	2,13	0,22	- 0,1
XXII	0,31	0,84	8,14	12,43	5,64	0,66	+ 2,1
XXIII	0,22	0,29	0,19	0,55	0,86	0,24	- 0,3
XXIV	2,66	4,16	11,29	7,89	8,77	0,17	+ 2,5
Всього	6,22	12,36	42,48	38,46	64,22	8,16	- 0,4

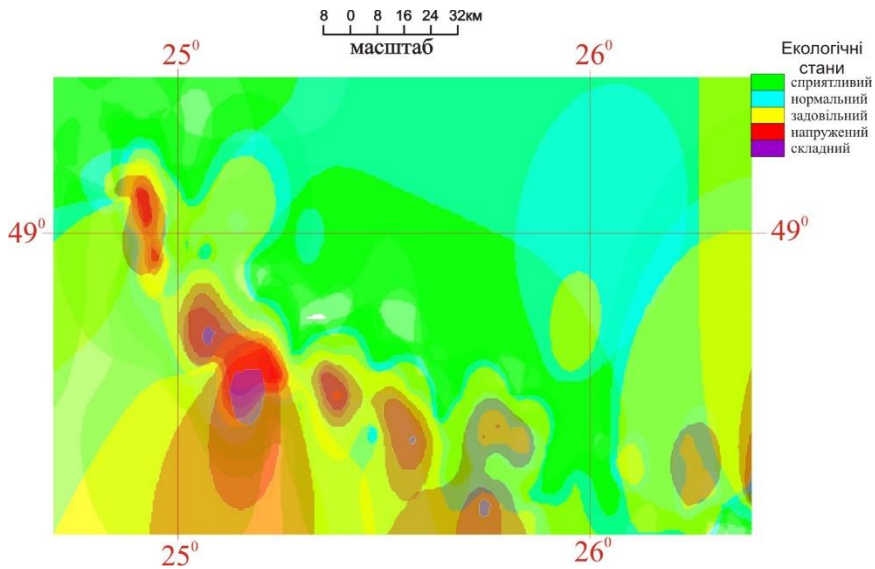


Рис. 2. Прозоре накладання сумарних показників забруднення ґрунтів, ґрунтових вод, атмосферного повітря і рослинності Дністровського каньйону

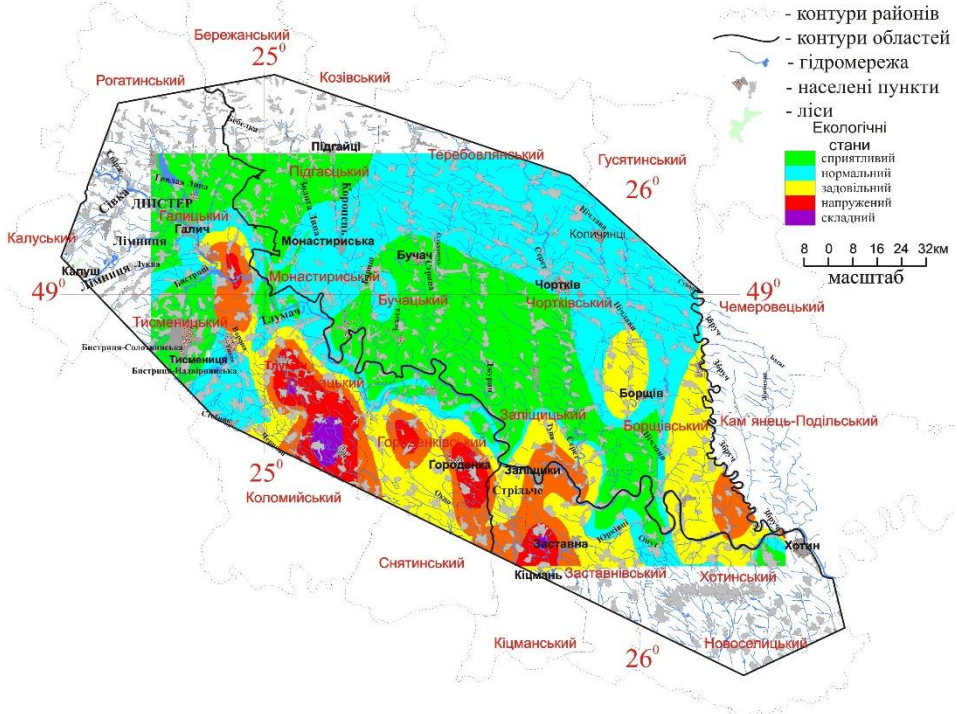


Рис. 3. Карта забруднення ґрунтів, ґрунтових вод, атмосферного повітря і рослинності Дністровського каньйону

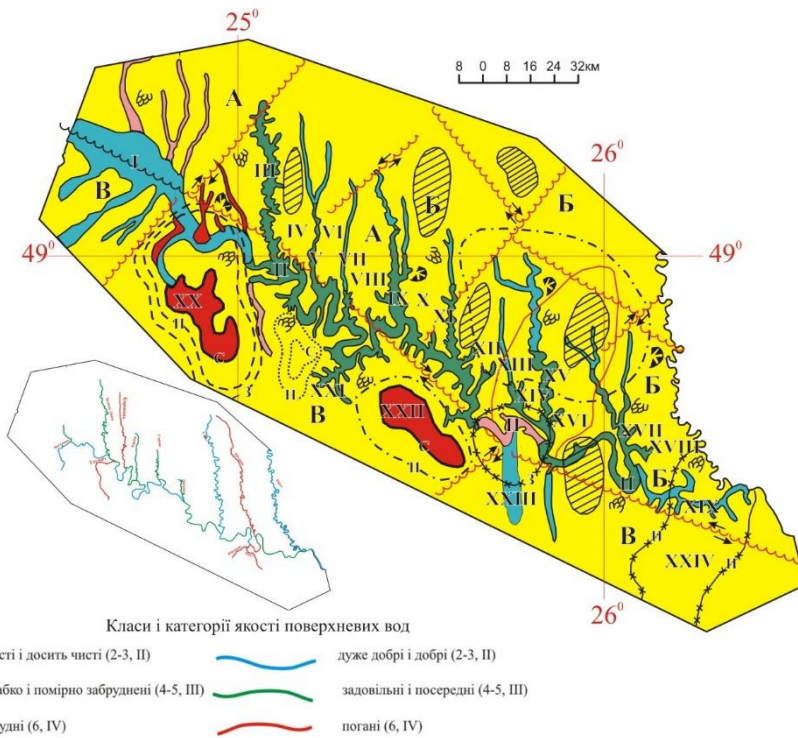








Рис. 4. Карта сучасної екологічної ситуації.
Умовні позначення до рис. 4 – на наступній сторінці.

Екологічний стан основних геокомпонентів довкілля

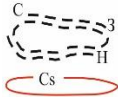
Геологічне середовище

-  Сучасні активні геодинамічні зони стиснення (а) і розтягнення (б) земної кори, локальні здвиги та інші прояви неотектоніки
-  Глибинні розломи докембрійського фундаменту – зони сучасної тектонічної активності, виявлені геофізичними методами
-  Брахіантиклінальні структури в палеозойському чохлаї, що проявляють сучасну тектонічну активність (за даними ДЗЗ)
-  Порушення геологічного середовища природними карстовими процесами – площі розповсюдження печер та поверхневих карстових форм
-  Порушення геологічного середовища техногенними процесами – кар'єрами з видобутку корисних копалин

Геоморфосфера

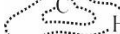
-  Порушення рельєфу природними процесами – зсувами та іншими екогеодинамічними явищами (селями, обвалами, осипищами, суфозією, ерозією та ін.)

Пелосфера


-  Сумарні показники забруднення (З – задовільний, П – напружений, С – складний екологічні стани) ґрунтів
Ареал радіаційного забруднення ґрунтів (1-2 кu/кm²)

Гідросфера


Ґрунтові води

-  Сумарні показники забруднення (Н - напружений, С - складний екологічні стани)

Атмосферне повітря

-  Сумарні показники забруднення (З - задовільний, Н - напружений, С - складний екологічні стани)

Рослинність

-  Сумарні показники забруднення золи лучного різнотрав'я (З - задовільний екологічний стан)

Екологічний стан геоекологічних (еколого-ландшафтних) зон та смуг

-  сприятливий
-  нормальний
-  задовільний
-  напружений
-  складний

А, Б, В – Геоекологічні зони
I, II, III... XXIV – Геоекологічні смуги

У результаті на карті сучасної екологічної ситуації (рис. 4) виділяються контури розповсюдження різних екологічних станів, узгоджені з контурами ландшафтних місцевостей на ландшафтній карті. При цьому, там, де техногенне навантаження незначне, геоекологічні зони і смуги відповідають контурам ландшафтів та ландшафтних місцевостей (долина Дністра та його лівих допливів), а де забруднення перевищує фон і створює аномалії, там геоекологічні зони і смуги не співпадають з ландшафтною структурою Прут-Дністровського межиріччя.

Долина Дністра до каньйону (від м. Галича до с. Нижнів) в межах заплави та низьких надзаплавних (I-III) терас перебуває у нормальному екологічному стані, а деякі долини лівих допливів «несуть» забруднення із сусіднього Галицького району, де відчувається вплив Бурштинської ТЕС [13–17].

У межах каньйону ми виділили новий для території Західного регіону України – сприятливий екологічний стан, який відрізняється від нормального мікрокліматом, високим вмістом кисню в атмосферному повітрі, що сприяє оздоровленню населення. Лише в районі м. Заліщики сприятливий екологічний стан порушений забрудненням атмосферного повітря.

У долинах лівих допливів Дністра – Золотої Липи, Коропця, Бариша, Стрипи, Тупої, Серета, Нічлави – екологічний стан сприятливий і нормальний, а на горбогірних хвилястих рівнинах, що розділяють зазначені річки – задовільний екологічний стан.

У межах Прут-Дністровської ландшафтної зони екологічний стан теж задовільний, але на його тлі виділені площі складного і напруженого стану, зумовленого наявністю тут аномалій забруднення ґрунтового і рослинного покривів, а також ґрунтових вод та атмосферного повітря.

На карту сучасної екологічної ситуації винесено порушення геологічного середовища, як природні (сучасні активні геодинамічні зони стискання і розтягнення земної кори, локальні здвиги, брахіантиклиналі в платформовому чохла, які були активізовані в неоген-четвертинний час і які можуть провокувати землетруси, а також розвиток карстових процесів), так і техногенні (кар'єри з видобутку корисних копалин), а також порушення геоморфосфери (рельєфу) зсувами, обвалами, селями, осипищами, ерозією, суфозією та ін. При цьому порушення рельєфу в основному є природними, але часто вони підсилені господарською діяльністю людини.

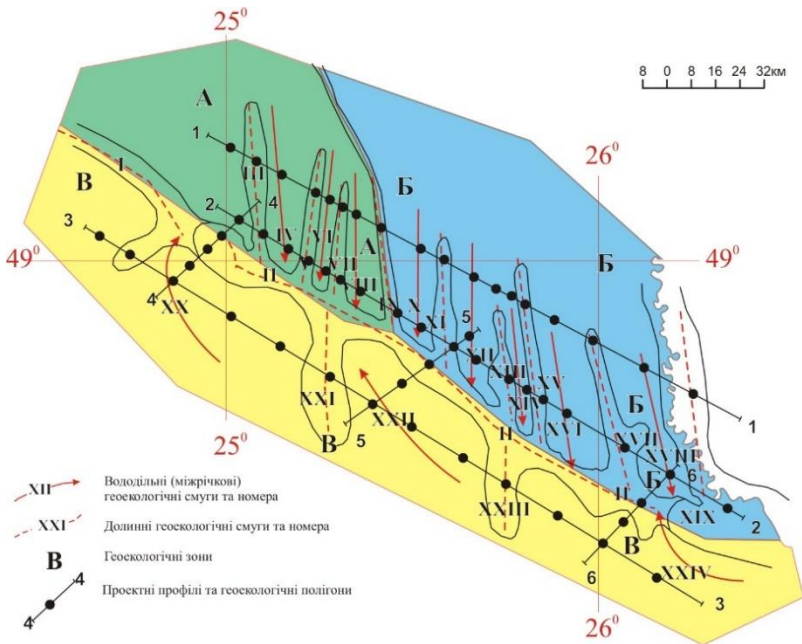


Рис. 5. Геоекологічні зони, геоекологічні смуги, їх номери та розроблена автором проектна мережа моніторингу довкілля

На окремій врізці до карти показані категорії якості та екологічного стану поверхневих вод (рис. 5). Сукупність усіх виявлених контурів екологічних станів основних геокомпонентів довкілля Дністровського каньйону та суміжних територій дозволило провести геоекологічне районування досліджуваного

району на ландшафтній основі. Згідно з ландшафтним та фізико-географічним районуванням О.М. Маринича та П.Г. Шищенка [11], він відноситься до Європейської рівнинної ландшафтної країни, зони широколистяних лісів, Західно-Українського ландшафтного краю з ландшафтними областями: Опільською, Західно-Подільською і Прут-Дністровською [8] (рис. 5).

При геоекологічному районуванні Л.В. Міщенко [12] запропонувала виділяти геоекологічні зони, які відповідають ландшафтам, і геоекологічні смуги, що є аналогами ландшафтних місцевостей. Тому в межах Монастирської геоекологічної зони (А) ми виділили такі геоекологічні смуги: Дністровська долина (І), Дністровська каньйонна (ІІ), Золотолипська (ІІІ), Гончарівська (ІV), Коропецька (V), Озерянська (VI), Баришевська (VII).

Висновки

Отже, карта сучасної екологічної ситуації свідчить про те, що просторовий розподіл геоекологічних зон і смуг з різним екологічним станом дозволяє розробити для них індивідуальні заходи з оптимізації та покращення стану довкілля. У межах Дністровського каньйону цей стан нормальний та сприятливий, а на суміжних територіях він задовільний і лише в окремих аномальних контурах – напружений та складний.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Адаменко О.М. Конструктивная экология / О.М. Адаменко. – Saarbrucken, Deutschland : Lambert, 2014. – 120 с.
2. Адаменко О.М. Методологія та організація наукових досліджень для вирішення глобальних і регіональних екологічних проблем і сталого розвитку територій / О.М. Адаменко, Д.О. Зорін // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, № 2 (12) – 2015. – С. 5-43.
3. Арістов М.В. Вивчення зсувів на території Тернопільської області дистанційними методами. Матеріали регіональної наради (13-14 червня 2007 р.) / М.В. Арістов, О.В. Тимченко – Тернопіль, 2007. – С. 14-19.
4. Волошин І.М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу / І.М. Волошин. – Львів: Простір, 1998. – 356 с.
5. Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект / В.М. Гуцуляк. – Чернівці: Рута, 2001. – 272 с.
6. Екологічна безпека збалансованого ресурсокористування в Карпатському регіоні [Адаменко О.М., Адаменко Я.О., Архипова Л.М. та ін.] – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2013. – 368 с.
7. Екологічна безпека територій [Адаменко О.М., Адаменко Я.О., Архипова Л.М. та ін.] – Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2014. – 444 с.
8. Заставецька О.В. Географічна, туристична та екологічна навчальні практики у Дністровському каньйоні / О.В. Заставецька, Д.О. Зорін, В.М. Триснюк. – Тернопіль : Тернограф, 2010. – 200 с.
9. Зорін Д.О. Дністровський каньйон. Еколого-туристичний нарис / Д.О. Зорін. – Тернопіль : Новий колір, 2007. – 48 с.
10. Комп'ютеризовані системи екологічної безпеки [Адаменко О.М., Адаменко Я.О., Міщенко Л.В., Зорін Д.О.] – Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2015. – 208 с.].
11. Маринич О.М. Фізична географія України / О.М. Маринич, П.Г. Шищенко. – К.: Знання, 2003. – 479 с.
12. Міщенко Л.В. Природно-техногенна безпека територій Західного регіону України / Л.В. Міщенко. – Івано-Франківськ : Супрун В.П., 2014. – 452 с.

13. Чайковський М.П. Дністровський каньйон / М.П. Чайковський. – Львів: Каменяр, 1981. – 76 с.
14. Bogutsky A., Lanczont M., Wojtanowicz J. Valne of the Zahwizdia profile for stratigraphy and paleogeography of the eo- and mezopleistocene of central Europe // Україна та глобальні процеси: географічний вимір, Т. 2. – Луцьк : Вежа, 2000. – С. 184-185.
15. Czyzewski J. Z historij doliny Dniestru // Pr. Geogr. – 1928. – z. 10. – Lwow Warszawa. – S. 33-62.
16. Gajewski W. Szczatki flory pierwotnej w jarze Dniestru. Ochrona Przyrody, r.II, Krakow, 1931. – S. 10-39.
17. Holowkiewich E. Las na Podolu. Sylwan, Lwow, 1890. – 116 s.

Стаття надійшла до редакції 04.07.2022 і прийнята до друку після рецензування 16.09.2022

REFERENCES

1. Adamenko, O.M. (2014). Konstruktivnaja jekologija. Saarbrucken, Deutschland: Lambert.
2. Adamenko, O.M., & Zorin, D.O. (2015). Metodolohiya ta orhanizatsiya naukovykh doslidzhen' dlya vyrishennya hlobal'nykh i rehional'nykh ekolohichnykh problem i staloho rozvytku terytorij. *Ekologichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannya*, 2(12), 5-43.
3. Aristov, M.V., & Tymchenko, O.V. (2007). Vyvchennya zsuviv na terytoriji Ternopil's'koyi oblasti dystantsiynymy metodamy. Materialy rehional'noyi narady. Ternopil'.
4. Voloshyn, I.M. (1998). Landshaftno-ekologichni osnovy monitoryngu. L`viv: Prostir.
5. Guzulyak, V.M. (2001). Landshaftna ekologiya. Heokhimichni aspekt. Chernivci: Ruta.
6. Adamenko, O.M., Adamenko, Ya.O., Arxypova, L.M. et al. (2013). Ekologichna bezpeka zbalansovanogo resursokorystuvannya v Karpats`komu regioni. Ivano-Frankivs`k: Symfoniya forte [in Ukrainian].
7. Adamenko, O.M., Adamenko, Ya.O., Arxypova, L.M. et al. (2014). Ekologichna bezpeka terytorij. Ivano-Frankivs`k: Suprun V. P. [in Ukrainian].
8. Zastavetska, O.V., Zorin, D.O., & Trysnyuk, V.M. (2010). Geografichna, turystychna ta ekologichna navchal`ni praktyky u Dnistrovs`komu kan`joni. Ternopil': Ternograf [in Ukrainian].
9. Zorin, D.O. (2007). Dnistrovs`ky`j kan`jon. Ekologo-turystychnyj narys. Ternopil': Novyj kolir [in Ukrainian].
10. Adamenko, O.M., Adamenko, Ya.O., Mishhenko, L.V., & Zorin, D.O. (2015). Komp`yuteryzovani systemy ekolohichnoyi bezpeky. Ivano-Frankivs`k: Suprun V. P. [in Ukrainian].
11. Marynych, O.M., & Shyshhenko, P.G. (2003). Fizychna geografiya Ukrayiny. Kyiv: Znannya.
12. Mishhenko, L.V. (2014). Pryrodno-texnogenna bezpeka terytorij Zaxidnogo regionu Ukrayiny. Ivano-Frankivs`k: Suprun V. P. [in Ukrainian].
13. Chajkovskyj, M.P. (1981). Dnistrovs`ky`j kan`jon. L`viv: Kamenyar [in Ukrainian].
14. Bogutsky, A., Lanczont, M., & Wojtanowicz, J. (2000). Valne of the Zahwizdia profile for stratigraphy and paleogeography of the eo- and mezopleistocene of central Europe. Lutsk: Vezha.
15. Czyzewski, J. (1928). Z historij doliny Dniestru. In *Pr. Geogr.*, (pp. 33-62). Lwow Warszawa.
16. Gajewski, W. (1931). Szczatki flory pierwotnej w jarze Dniestru. In *Ochrona Przyrody*, (r.II, pp. 10-39). Krakow.
17. Holowkiewich, E. (1890). Las na Podolu. Sylwan, Lwow.

The article was received 04.07.2022 and was accepted after revision 16.09.2022

Зорін Денис Олексійович

кандидат геологічних наук, доцент кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

Адреса робоча: 76019 Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15

ORCID ID: 0000-0002-3519-8171 **e-mail:** denzor@gmail.com