

ISSN 2075-1893(Print)
ISSN 2409-3173(Online)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна

**ПРОБЛЕМИ
БЕЗПЕРЕРВНОЇ ГЕОГРАФІЧНОЇ ОСВІТИ
І КАРТОГРАФІЇ**

Збірник наукових праць

Випуск 41

Заснований 2000 року

Харків – 2025

УДК: 91+528.9]:37.018.4-022.322(082.1)

Засновник: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Рік заснування: 2000

Періодичність: двічі на рік

До збірника включені статті, у яких розглядаються актуальні проблеми сучасної практичної підготовки студентів і учнів з географії та картографії; узагальнюється досвід і розкриваються перспективи розробки та впровадження у навчальний процес інноваційних педагогічних технологій, підготовки і видання нових картографічних творів, призначених для використання у школах, вищих навчальних закладах та в інших установах безперервної географічної освіти.

Призначено для науковців, аспірантів, викладачів та вчителів географії.

Збірник включено до Переліку наукових фахових видань України категорії Б у галузі географічних наук за спеціальностями 103 (науки про Землю) та 106 (географія) (Наказ МОН України № 409 від 17.03.2020)

Збірник зареєстрований у міжнародних наукометричних базах Index Copernicus, DOAJ, Ulrich's Periodicals Directory, Google Scholar, BASE, OAJI

*Затверджено до друку рішенням Вченої ради
Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна
(протокол № 12 від 25.04.2025 р.)*

Редакційна колегія:

В.А. Пересадько – головний редактор, д-р геогр. наук, проф. (ХНУ імені В.Н. Каразіна); О.О. Жемеров – відповідальний редактор, канд. геогр. наук, проф. (ХНУ імені В.Н. Каразіна); С.В. Костріков, д-р геогр. наук, проф. (ХНУ імені В.Н. Каразіна); Л.М. Немець, д-р геогр. наук, проф. (ХНУ імені В.Н. Каразіна); К.Ю. Сегіда, д-р геогр. наук, проф. (ХНУ імені В.Н. Каразіна); А.В. Гриценко, д-р геогр. наук, проф. (УКРНДІЕП, м. Харків); Л.М. Даценко, д-р геогр. наук, проф. (КНУ імені Т. Шевченка); І.П. Ковальчук, д-р геогр. наук, проф. (Національний університет біоресурсів і природокористування України); Є.О.Маруняк, д-р геогр. наук, (Інститут географії НАНУ); Р.І. Сосса, д-р геогр. наук, проф. (Національний університет «Львівська політехніка»); О.С. Третьяков, канд. геогр. наук (ІП «Інтетікс», м. Харків), д-р географії (Франція); П.Г. Шищенко, д-р геогр. наук, проф., чл.-кор. НАПН України (КНУ імені Т. Шевченка); О.М. Берлянт, д-р геогр. наук, проф. (Канада); О.С. Володченко, д-р географії, проф. (Німеччина); Антоніо Авеліно Батішта Вієра, д-р географії (Португалія), Т.П. Гордєзіані - д-р геогр. наук, проф.(Грузія); Кендіс Лубберинг, д-р географії (США), Дуглас Річардсон, д-р географії (США), Єлена Огнева-Гіммельбергер, д-р географії (США).

Адреса редакційної колегії:
61022, м. Харків - 22, майдан Свободи, 4, к. 4-72
тел. 707-53-60, e-mail: progoik@physgeo.com
сайт: <http://goik.univer.kharkov.ua>

Проблеми безперервної географічної освіти і картографії : Збірник наукових праць. – Вип. 41. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. – 66 с.

Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за добір, точність, достовірність наведених даних, фактів, цитат, інших відомостей.

Статті пройшли внутрішнє та зовнішнє рецензування.

Ідентифікатор медіа у Реєстрі суб'єктів у сфері медіа: R30-04460 (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, 2025

ISSN 2075-1893(Print)
ISSN 2409-3173(Online)

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

V. N. Karazin Kharkiv National University

**THE PROBLEMS
OF CONTINUOUS GEOGRAPHICAL EDUCATION
AND CARTOGRAPHY**

Collection of scientific works

Issue 41

Founded in 2000

Kharkiv– 2025

UDC: 91+528.9]:37.018.4-022.322(082.1)
Founder: V. N. Karazin Kharkiv National University
Year of foundation: 2000
Frequency: twice a year

The collection includes articles that address current issues of modern practical training of students in geography and cartography. The experience is summarized and the prospects of development and introduction of innovative pedagogical technologies into the educational process are revealed, as well as preparation and publication of new cartographic works to be used in schools, higher educational institutions and other institutions of continuous geographical education.

It is designed for scientists, graduate students and teachers of geography.

The collection is included in the List of scientific professional publications of Ukraine in category B in the field of geographical sciences in specialties 103 (Earth sciences) and 106 (geography) (Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine № 409 from 17.03.2020)

The collection is registered in international scientometric databases Index Copernicus, DOAJ, Ulrich's Periodicals Directory, Google Scholar, BASE, OAJI

*Approved for publication by the decision of the Academic Council,
V.N. Karazin Kharkiv National University
(Minutes 12 of 25.04.2025)*

Editorial board:

V.A. Peresadko - Editor-in-Chief, Dr. geogr. sciences, prof. (V.N.Karazin KhNU); O.O. Zhemerov - Editor-in-Chief, Ph.D. geogr. sciences, prof. (V.N.Karazin KhNU); S.V. Kostrikov, Dr. geogr. sciences, prof. (V.N.Karazin KhNU); L.M. Nemets, Dr. geogr. sciences, prof. (V.N.Karazin KhNU); K.Y. Sehida, Dr. geogr., prof. (V.N.Karazin KhNU); A.V. Grytsenko, Dr. geogr. sciences, prof. (UKRNDIEP, Kharkiv); L.M. Datsenko, Dr. geogr. sciences, prof. (T. Shevchenko KNU); I.P. Kovalchuk, Dr. geogr. sciences, prof. (National University of Bioresources and Environmental Sciences of Ukraine); E.O. Marunyak, Dr. geogr. sciences, (Institute of Geography, NASU); R.I. Sossa, Dr. geogr. sciences, prof. (Lviv Polytechnic National University); O.S. Tretyakov, Ph.D. geogr. sciences (Intetix, Kharkiv), Doctor of Geography (France); P.G. Shishchenko, Dr. geogr. sciences, prof., Corresponding Member NAPS of Ukraine (Taras Shevchenko National University); O.M. Berlyant, Dr. geogr. sciences, prof. (Canada); O.S. Volodchenko, Doctor of geography, prof. (Germany); Antonio Avellino Batista Vieira, PhD in Geography (Portugal), T.P. Gordeziani - Dr. geogr. sciences, prof. (Georgia); Candice Lubbering, PhD in geography (USA), Douglas Richardson, PhD in Geography (USA), Elena Ogneva-Himmelberger, PhD in geography (USA).

Address of Editorial Board:
4, Maidan Svobody, room 4-72, Kharkiv – 22, 61022
tel. 707-53-60, e-mail: progoik@physgeo.com
site: <http://goik.univer.kharkov.ua>

The Problems of Continuing Geographical Education and Cartography: Collection of scientific works. – Issue 41. – Kh. : V.N. Karazin KhNU, 2025. – 66 p.

The authors of the published materials are fully responsible for the selection, accuracy, reliability of the data, facts, quotations and other information.

Articles have been reviewed internally and externally.

Media identifier in the Register of the field of Media Entities: R30-04460 (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, 2025

ЗМІСТ

Агапова О., Байназаров А., Брегеда Н. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ ПРО ВІДНОВЛЯВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ГЕОГРАФІЇ	6
Гілецький Й. УЧИТЕЛЯМ ГЕОГРАФІЇ ПРО КАРПАТСЬКУ ГІРСЬКУ КРАЇНУ, УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ ТА СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЇХ РЕГІОНАЛІЗАЦІЇ	18
Пересадько В., Дмитриков О., Єсіпов А. ВПЛИВ ПРИРОДНИХ ФАКТОРІВ НА ТОЧНІСТЬ КАРТОГРАФІЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИХ СТРУКТУР АВТОМОБІЛЬНИХ ШЛЯХІВ УКРАЇНИ.....	27
Репехович С. ВЕБКАРТОГРАФІЯ ЯК ЗАСІБ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПОПУЛЯРИЗАЦІЇ ІСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ.....	35
Duffek V., Popovych N., Borysenko K. FUTURE GEOGRAPHY TEACHER TRAINING IN CZECHIA AND UKRAINE: A COMPARATIVE ANALYSIS OF TWO UNIVERSITIES.....	47
Shulika B., Huz-Mishatkina A., Cherkashyna N., Serzhantova Y. CARTOGRAPHIC SUPPORT OF AGRICULTURAL ACTIVITIES (CASE OF RAPESEED CULTIVATION)	55

CONTENT

Ahapova O., Bainazarov, A., Breheda, N. METHODOLOGICAL FOUNDATIONS FOR DEVELOPING KNOWLEDGE ABOUT RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE SCHOOL GEOGRAPHY CURRICULUM.....	6
Hiletskyi Y. FOR GEOGRAPHY TEACHERS ABOUT THE CARPATHIAN MOUNTAIN REGION, THE UKRAINIAN CARPATHIANS, AND MODERN APPROACHES TO THEIR REGIONALISATION	18
Peresadko V., Dmytrykov O., Yesipov A. INFLUENCE OF NATURAL FACTORS ON THE ACCURACY OF CARTOGRAPHIC VISUALIZATION OF SPACE-TIME STRUCTURES OF AUTOMOBILE ROADS OF UKRAINE	27
Repekhovych S. WEB MAPPING AS A TOOL FOR PRESERVATION AND PROMOTION OF HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE	35
Duffek V., Popovych N., Borysenko K. FUTURE GEOGRAPHY TEACHER TRAINING IN CZECHIA AND UKRAINE: A COMPARATIVE ANALYSIS OF TWO UNIVERSITIES.....	47
Shulika B., Huz-Mishatkina A., Cherkashyna N., Serzhantova Y. CARTOGRAPHIC SUPPORT OF AGRICULTURAL ACTIVITIES (CASE OF RAPESEED CULTIVATION)	55

DOI: 10.26565/2075-1893-2025-41-01

УДК 373.5:504.05:621.311.243

Олена Агапова*

к. геогр. наук, доцент ЗВО кафедри фізичної географії та картографії;

e-mail: o.agapova@karazin.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3074-5524>**Анатолій Байназаров***

к. геогр. наук, доцент ЗВО кафедри фізичної географії та картографії;

e-mail: a.baynazarov@karazin.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1511-3596>**Надія Брегеда***

бакалавр зі спеціальності Середня освіта (Географія) кафедри фізичної географії та картографії;

e-mail: bregeda010781@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-4276-6331>

* Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

Методичні основи формування знань про відновлювані джерела енергії у шкільному курсі географії

Метою статті є обґрунтування методичних підходів до формування знань учнів про відновлювані джерела енергії (ВДЕ) та сучасний енергетичний сектор у шкільному курсі географії, а також розроблення практичних рекомендацій щодо удосконалення навчального змісту з урахуванням потреб сталого розвитку, інноваційної енергетики та екологічної освіти.

Основний матеріал. У статті проаналізовано методичні основи формування знань про ВДЕ в межах шкільного курсу географії. Наголошено на ключовій ролі відновлюваної енергетики у забезпеченні енергетичного переходу, протидії кліматичним змінам і досягненні цілей сталого розвитку. Обґрунтовано необхідність інтеграції тематики ВДЕ в освітній процес як складової формування екологічної свідомості, енергетичної грамотності та активної громадянської позиції учнів. Охарактеризовано зарубіжний досвід, який засвідчує недостатній рівень обізнаності молоді про ВДЕ та доводить доцільність удосконалення змісту освіти шляхом упровадження інтерактивних, міждисциплінарних і практикоорієнтованих методів навчання, що сприяють формуванню ціннісного ставлення до довкілля й усвідомлення значення ВДЕ в контексті сталого розвитку. У ході дослідження проаналізовано чинні навчальні програми з географії для 6–11 класів закладів загальної середньої освіти України, що дало змогу визначити ступінь представленості тематики ВДЕ в шкільному курсі та сформулювати пропозиції щодо її розширення і систематизації.

Висновки. На основі контент-аналізу було запропоновано інтеграцію низки змістових компонентів: базових понять відновлюваної енергетики, класифікації джерел, особливостей їх ресурсного потенціалу, технологій генерації енергії в Україні та світі, екологічних переваг, глобальних і національних стратегій розвитку ВДЕ, просторових, екологічних і соціально-економічних чинників розміщення об'єктів відновлюваної енергетики. Запропоновано теми практичних завдань, елементи проєктної й дослідницької діяльності учнів для засвоєння навчального матеріалу, пов'язаного з тематикою ВДЕ. Обґрунтовано доцільність використання інноваційних дидактичних підходів: кейс-методу, рольових ігор, роботи з інтерактивними картами, симуляцій і дебатів тощо. Запропоновані освітні активності спрямовані на розвиток критичного мислення, аналітичних умінь і відповідального ставлення до енергетичних ресурсів і довкілля. Представлені напрацювання можуть бути використані для оновлення змісту навчальних програм з географії, розробки навчально-методичних матеріалів і впровадження елементів STEM/STREAM-освіти в галузі географії, екології та фізики.

Ключові слова: відновлювана енергетика, відновлювані джерела енергії, шкільна освіта, навчальна програма з географії, методика навчання, сталий розвиток.

Як цитувати: Агапова О., Байназаров А., Брегеда Н. Методичні основи формування знань про відновлювані джерела енергії у шкільному курсі географії. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2025. Вип. 41. С. 6–17. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2025-41-01>

In cites: Agapova, O., Bainazarov, A., Breheda, N. (2025). Methodological foundations for developing knowledge about renewable energy sources in the school geography curriculum. *The problems of continuous geographical education and cartography*, (41), 6–17. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2025-41-01> (in Ukrainian)

Вступ. У сучасному світі, що стикається з проблемою зміни клімату, зумовленою в основному спалюванням вуглецевого палива, та зростаючою потребою в енергетичній безпеці, питання переходу до відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) набуває стратегічного значення. ВДЕ, що яких відносяться енергія вітру, Сонця, біомаси, водотоків, хвиль, припливів, термальна енергія довкілля, розглядаються як ефективний інструмент зниження викидів парникових газів, досягнення вуглецевої нейтральності та реалізації цілей сталого розвитку, зокрема цілі 7 «Забезпечення доступу до недорогих, надійних, стійких і сучасних джерел енергії для всіх» та цілі 13 «Вжиття невідкладних заходів щодо боротьби зі зміною клімату та її наслідками».

Україна, спираючись на європейський і світовий досвід, послідовно реалізує політику «енергетичного переходу», що передбачає поступову заміну домінування викопних вуглецевих палив (нафти, природного газу, вугілля) більш «чистими» відновлюваними та низьковуглецевими джерелами енергії для прискорення декарбонізації економіки. Україна на державному рівні підтримала Європейський зелений курс (European Green Deal) і Національною енергетичною стратегією до 2050 року встановила мету досягти вуглецевої нейтральності в енергетичному секторі до 2050 року, а в усій економіці — до 2060-го [2]. Також Постановою Кабінету Міністрів України №33 від 24 січня 2020 р. було створено міжвідомчу робочу групу з питань координації подолання наслідків змін клімату в рамках ініціативи Європейської Комісії «Європейський зелений курс».

Відповідно до Національного плану з енергетики та клімату, розрахованого до 2030 року, Україна прагне, щоб частка ВДЕ у загальному кінцевому споживанні сягнула 27% [4]. Щоб втілити це завдання, потрібно підготувати фахівців для енергетичної, управлінської й природоохоронної сфер, а отже, система освіти має оперативно відреагувати, формуючи в майбутніх фахівців належні компетентності й ідейні принципи. Не менш важливим є поширення знань про енергетику, ВДЕ та ощадливе використання природних ресурсів серед широких верств населення, закладаючи фундамент ще у школі під час уроків географії, екології та фізики. Коли пересічні громадяни усвідомлять значення переходу на ВДЕ та їхні переваги, це стимулюватиме впровадження відповідних технологій у приватних домогосподарствах, адже поінформовані люди охочіше інвестуватимуть у сонячні панелі, теплові насоси, системи зберігання енергії та інші рішення, що забезпечують енергетичну самодостатність і зменшують витрати на енергоносії.

Освіта грає ключову роль у формуванні екологічної свідомості молодих поколінь, які в майбутньому можуть стати рушієм змін. Зокрема, інтеграція тематики ВДЕ до навчальних програм сприяє усві-

домленню необхідності ощадливого використання енергетичних джерел та природних ресурсів. Окрім цього, розвиток екологічної освіти у школах і закладах вищої освіти є невід'ємною складовою підготовки висококваліфікованих кадрів і формування суспільства, що діє відповідально щодо довкілля.

Вихідні передумови. У Законі України «Про освіту» записано, що освітній процес має формувати екологічну культуру та свідоме ставлення до природних ресурсів. Зокрема, загальні положення документа визначають, що державна освітня політика має «базуватися на принципах сталого розвитку суспільства» (ст. 6) та бути «спрямована на формування у здобувачів освіти екологічної культури та відповідального ставлення до навколишнього середовища» (ст. 7). Інтеграція знань про ВДЕ у навчальний процес сприяє формуванню в учнів екологічної свідомості й відповідальності за стан навколишнього середовища (Zyadin, A. та співавтори [11], Revák, I. M. та співавтори [19], Hasan, S. T. [15]), а також розумінню необхідності ощадливого використання природних ресурсів і дотримання принципів сталого розвитку, як запоруки збереження природи та добробуту майбутніх поколінь. Отже, опрацювання тематики ВДЕ у шкільних курсах є складовою реалізації наскрізної лінії «Екологічна безпека та сталий розвиток», передбаченої чинними освітніми програмами.

Досвід зарубіжних дослідників свідчить про недостатній рівень поінформованості учнів і студентів щодо ВДЕ. Так, у дослідженні Kiriaki M. Keramitsoglou (2015) [16], що базувалося на анкетуванні 243 студентів, виявлено низький рівень обізнаності підлітків щодо технологій ВДЕ, відсутність уявлення про кар'єрні перспективи у цій сфері, а також нейтральне або байдуже ставлення до проблем зміни клімату й розвитку відновлюваної енергетики. У свою чергу Acikgoz, C. (2011) [12] проаналізував досвід Туреччини щодо впровадження освіти з відновлюваної енергетики, способів мотивації студентів до тем, пов'язаних із ВДЕ, та формування дидактичних компетенцій у спеціальних змішаних програмах для педагогів. Автор підкреслює, що енергетична освіта повинна стати окремою дисципліною як у розвинених, так і в тих країнах, що розвиваються, наголошуючи на потребі державної підтримки програм екологічної освіти, особливо у сільській місцевості, де рівень поінформованості про ВДЕ найнижчий.

У різних країнах світу реалізуються спеціальні програми, спрямовані на підвищення обізнаності щодо використання відновлюваних джерел енергії. Наприклад, Рада екологічної освіти Альберти (ACEE), (Канада) у 2018 році запропонувала рекомендації щодо використання методів, які сприяють формуванню позитивного ставлення до ВДЕ в Канаді та США. Йдеться про інтерактивні форми роботи, зокрема ігри, навчальні проекти, практичні за-

ходи, які мають доповнювати базовий навчальний матеріал і поглиблювати розуміння ВДЕ. Подібні методичні підходи реалізовувалися і в європейських країнах, де основна увага приділялася інтерактивному навчанню та програмам, що висвітлюють тематику ВДЕ у міжпредметному контексті. Зокрема, Paradimitriou, V. (2004) [18] описує інтеграцію знань про відновлювану енергію в такі шкільні дисципліни, як фізика, хімія та географія, що сприяє глибшому усвідомленню впливу енергетики на навколишнє середовище. Європейський досвід свідчить про широке впровадження системного, інтегрованого підходу до навчання основам енергозбереження в закладах освіти країн ЄС, зокрема в Німеччині, Франції та Італії. Освітні ініціативи з розвитку енергозберігаючої компетентності починаються вже в початковій школі й продовжуються у старших класах через міжпредметну інтеграцію, застосування цифрових ресурсів, експериментальну діяльність та залучення учнів до міжнародних екологічних ініціатив, зокрема програми «Еко школа». Такий підхід виявляється ефективним у формуванні знань, навичок і ціннісних орієнтирів, необхідних для усвідомленого та відповідального енергоспоживання [19].

Результати роботи Kiriaki M. Keramitsoglou (2015) [16] свідчать про актуальність поглиблення змісту енергетичної освіти шляхом підвищення рівня обізнаності, розвитку критичного мислення щодо енергетичних проблем, впровадження інноваційних, творчих і гнучких методик викладання, а також залучення учнів до активної участі у процесах формування енергетичної політики. Hasan, S. (2017) [15] наголошує, що використання інтерактивних форм навчання — зокрема симуляцій, практичних завдань і проєктної діяльності — є найбільш ефективним інструментом для формування знань у сфері відновлюваної енергетики. Rushton, E. A., Sharp, S., & Walshe, N. (2023) [20] у своєму дослідженні акцентують увагу на важливості багатокomпонентних освітніх програм, які передбачають співпрацю з місцевими громадами, науковими інституціями та представниками бізнесу, а також націлені на створення інтегрованих освітніх платформ, де учні мають змогу ознайомитися з реальними прикладами впровадження ВДЕ на практиці.

Colmenares-Quintero, R. зі співавторами (2022) [13] аналізують навчальні та викладацькі стилі викладання матеріалу щодо ВДЕ у контексті цілей сталого розвитку в державних школах Колумбії. Результати дослідження виявили важливу узгодженість між стилями викладання та навчання: як учні, так і вчителі віддавали перевагу рефлексивному стилю, що створює сприятливе середовище для впровадження критично-аналітичного підходу до вивчення тематики ВДЕ та добре співвідноситься з інтерактивними методами навчання.

Noque, F. зі співавторами (2022) [16] акцентують увагу на потребі запровадження нових підходів

для залучення учнів середньої школи до вивчення тематики відновлюваної енергетики. Автори підкреслюють важливість практичної діяльності та міждисциплінарних проєктів, що сприяє глибшому розумінню учнями ролі ВДЕ у забезпеченні сталого розвитку. У роботі Middleton, P. (2018) [17] розглядаються педагогічні підходи, спрямовані на формування засад сталого способу життя шляхом інтеграції тематики ВДЕ до змісту навчальних програм. Автор описує ефективне використання інноваційних методів, зокрема симуляцій і польових експериментів як засобів активізації навчального процесу. Da Silva, R. та ін. (2015) [14] запропонували комплекс методичних рішень для викладання тем, пов'язаних з кліматичними змінами та ВДЕ. Їх дослідження демонструє, як такі теми можуть бути органічно інтегровані в навчальні програми на різних освітніх рівнях.

Шкільна географічна освіта має найширший потенціал для формування уявлень про сучасний енергетичний сектор, ресурсний потенціал ВДЕ та принципи ефективного й раціонального природокористування. Проте аналіз чинних навчальних програм свідчить про недостатню глибину висвітлення тем пов'язаних з альтернативною енергетикою, обмежене використання інтерактивних методів навчання та потребу в оновленні змісту відповідно до актуальних викликів.

У роботі Матвійчука А. та Іванчука А. [3] акцентується увага на наявності прогалин у чинних навчальних програмах України щодо висвітлення енергетичної тематики для учнів 5–9 класів. Це свідчить про потребу у створенні інтегрованого навчального контенту, який би формував у школярів науково обґрунтоване уявлення про сучасну енергетику, її основні виклики та перспективи розвитку. Такий підхід має забезпечити базу для професійної орієнтації учнів і підтримати їхній свідомий вибір кар'єрного шляху в енергетичній галузі. Результати дослідження засвідчують актуальність системного включення знань про сучасну енергетику, зокрема відновлювану енергетику та енергозбереження, до навчального процесу у закладах загальної середньої та професійної освіти. У межах практично-технічної підготовки майбутніх електротехнічних спеціалістів автори запропонували комплекс лабораторних робіт, які сприяють розвитку фахових компетентностей і допомагають засвоїти базові знання про конструкцію, принципи функціонування та характеристики сучасних джерел електроенергії. Це особливо важливо в контексті активного впровадження STEM/STEAM/STREAM-освіти, яка передбачає міждисциплінарний підхід й інтеграцію екологічно безпечних технологій у зміст навчання.

В Україні існують окремі кейси з інтеграції тем енергозбереження та енергоефективності в шкільний навчальний процес. Зокрема, у праці

Санковської І. [10] розглянуто питання формування у молодших школярів навичок раціонального енергоспоживання, а також запропоновано низку практичних кроків щодо впровадження тем енергоефективності в навчальні програми. Авторка акцентує увагу на важливості початкового етапу екологічної освіти, коли діти засвоюють базові моделі відповідального ставлення до ресурсів. У цьому контексті варто відзначити проєкт «Школа Енергії 2.0» [1], реалізований Асоціацією «Енергоефективні міста України». У межах проєкту проводилися тематичні дні енергії, інтерактивні заняття та квести в 15 школах з різних регіонів країни. Ініціатива була спрямована на підвищення енергоефективності, впровадження енергозберігаючих практик, а також створення систем енергомоніторингу та енергоменеджменту. Окрім цього, проєкт мав на меті підвищення обізнаності учнів про енергетичні процеси, формування технічних знань та поширення напрацьованого досвіду в межах місцевих громад, а також серед інших освітніх установ.

Проте нинішній шкільній освіті бракує системності у впровадженні знань з відновлюваної енергетики та ефективного використання енергетичних ресурсів. Це зумовлює потребу у розробці науково обґрунтованих методичних підходів, які сприятимуть системному формуванню знань про ВДЕ у школярів, розвитку їхньої екологічної грамотності, критичного мислення та здатності приймати обґрунтовані рішення в контексті сталого розвитку.

Метою статті є обґрунтування методичних підходів до формування знань учнів про відновлювані джерела енергії та сучасний енергетичний сектор у шкільному курсі географії, а також розроблення практичних рекомендацій щодо удосконалення навчального змісту з урахуванням потреб сталого розвитку, інноваційної енергетики та екологічної освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вивчення ВДЕ може бути інтегроване у кілька шкільних предметів, зокрема й географію. У межах цієї дисципліни доцільно ознайомити учнів з видами ВДЕ, їхнім ресурсним потенціалом і екологічними перевагами. Під час розгляду паливно-енергетичного комплексу України та світу доцільно акцентувати увагу на структурних змінах у галузі, на зростаючій ролі альтернативної енергетики та її впливі на довкілля. Важливо також охопити глобальні й національні ініціативи з розвитку ВДЕ, їхній зв'язок зі зміною клімату та цілями сталого розвитку. У межах тем, пов'язаних із раціональним природокористуванням і глобальними проблемами людства, учні можуть аналізувати екологічні наслідки енергетичних проєктів, зокрема вплив вітрових і сонячних станцій на біорізноманіття, та ознайомитися з методами оцінки таких ризиків.

З метою розробки пропозицій щодо інтеграції знань щодо ВДЕ у шкільний курс географії було

проаналізовано чинні навчальні програми для закладів загальної середньої освіти [5-8], затверджені Міністерством освіти і науки України. У результаті аналізу виокремлено теми, що мають безпосередній або опосередкований зв'язок із тематикою ВДЕ. Зокрема, у темі «Клімат і кліматичні ресурси» (8 клас) розглядається розподіл сонячної енергії на поверхні Землі, а також повітряні маси, які впливають на територію України, проте цей зміст не розглядається в контексті використання кліматичних ресурсів для потреб енергетики. У темі «Виробництво та постачання електроенергії» (9 клас) безпосередньо згадується використання відновлюваних джерел енергії, вивчається паливно-енергетичний баланс, особливості електроенергетики України, також розглядається електроенергетика світу та відмінності в структурі виробництва електроенергії на електростанціях різних типів у країнах світу. У темі «Глобальні проблеми людства» (9 клас) порушується сировинна та енергетична проблематика. У 10 класі, в межах теми «Загальна характеристика Європи», передбачено виконання (за вибором) учнівського дослідження «Відновна електроенергетика в країнах Європи: регіональні особливості та відмінності».

В 11 класі в темі «Атмосфера та системи Землі» розглядаються енергетичні кліматичні ресурси як чинники розвитку ВДЕ, а також кліматичні зміни на планеті. У темі «Економіка України в міжнародному поділі праці» акцентується увага на сучасних тенденціях і регіональних відмінностях розвитку енергетики в Україні. Крім того, у програмі 11 класу (для профільного рівня), у темі «Глобальні проблеми людства», розглядається проблема раціонального розвитку енергетики, включаючи пошук нових енергоносіїв і стримування теплового забруднення атмосфери, а також пропонується дослідження на тему «Використання відновлюваних джерел енергії Світового океану».

Таким чином, тематика ВДЕ вже представлена у шкільному курсі географії, проте переважно фрагментарно та без належної системності. У зв'язку з цим нами розроблено пропозиції (табл. 1) щодо розширення змісту та інтеграції матеріалу, дотичного до ВДЕ, проблем сталого розвитку енергетики та міжнародної політики енергетичного переходу до чинних навчальних програм з метою поступового формування в учнів енергетичної компетентності.

Запропоновані підходи до розширення змісту географічної освіти у напрямі вивчення ВДЕ не передбачають обов'язкового включення всіх рекомендованих компонентів. Учителю має можливість самостійно обирати з запропонованого переліку ті елементи змісту й навчальні завдання, що найкраще відповідають рівню підготовки учнів, особливостям теми та навчальній ситуації, забезпечуючи поступову й системну інтеграцію відповідних знань на всіх етапах шкільного навчання.

Таблиця 1/ Table 1

Пропозиції з інтеграції знань щодо відновлюваної енергетики до навчальних програм з географії для закладів загальної середньої освіти
Proposals for integrating knowledge of renewable energy into geography curricula for general secondary education institutions

Розділ програми та тема	Пропозиції з інтеграції знань щодо відновлюваної енергетики
Навчальна програма з географії для 6 – 9 класів закладів загальної середньої освіти [19] Навчальна програма для 8-9 класів з географії з поглибленим вивченням за новим Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти [17]	
6 клас	
РОЗДІЛ IV. Тема 3. Вплив людини на природу	Зміст: вплив енергетики та спалювання викопного палива на стан довкілля (забруднення повітря, зміни клімату); зв'язок між споживанням енергії, станом довкілля і необхідністю альтернативних технологій; шляхи утилізації твердих побутових відходів та їх використання в якості сировини та джерела енергії. Дослідження: знайти інформацію, яка частина викидів утворюється внаслідок спалювання викопних видів палива, дослідити глобальні та державні ініціативи з вирішення цієї проблеми
7 клас	
РОЗДІЛ VI. Тема 1. Використання природних багатств материків та океанів	Зміст: Проблема глобального потепління. Поняття та використання ВДЕ (сонячної, вітрової енергії, гідроенергії, геотермальної енергії та біомаси) Практичне завдання: визначити в межах материків та прибережних частин морів та океанів райони з високим потенціалом ВДЕ (наприклад, Атлантичне узбережжя Європи для ВЕС, пустелі Африки для СЕС і т. п.)
РОЗДІЛ VI. Тема 2. Екологічні проблеми материків та океанів	Зміст: аналіз екологічних загроз від енергетики: нафтові розливи, парниковий ефект від спалювання вугілля, нафти і газу, вплив дамб на річкові екосистеми Дослідження: роль відновлюваних джерел енергії та енергетичної трансформації на скорочення викидів забруднюючих речовин та парникових газів
8 клас	
Розділ III. Тема 1. Рельєф, тектонічна та геологічна будова, мінеральні ресурси	Знання: геотермальний тепловий потік, геотермальні ресурси, залежність розміщення геотермальних ресурсів (Передкарпаття, Закарпаття) від геологічної будови; альтернативні види палива, техногенні мінеральні ресурси (газ з органічних відходів, газ каналізаційно-очисних станцій, біогаз, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний гази, газ метан дегазації вугільних родовищ) Практичне завдання: проаналізувати карти теплового потоку, температури порід надр та гідротермальних вод, навести приклади місць в Україні, перспективних для геотермальної енергетики.
Розділ III. Тема 2. Клімат і кліматичні ресурси	Зміст: використання сонячних та вітрових ресурсів для виробництва енергії, значення сумарної сонячної радіації та швидкості вітру, що свідчать про можливість будівництва сонячних та вітрових електростанцій Практичне завдання: проаналізувати, де в Україні можна ефективно розміщувати СЕС або ВЕС
Розділ III. Тема 3. Води суходолу і водні ресурси	Зміст: використання гідрологічних ресурсів для виробництва енергії, вплив великих та малих гідроелектростанцій на екосистеми річок; вплив ухила та повноводності річки на енергетичний потенціал водного потоку Практичне завдання: визначення регіонів України з найбільшим гідроенергетичним потенціалом; знайти приклади негативного впливу ГЕС на довкілля та проаналізуйте шляхи їх усунення; знайти приклади будівництва гідрологічних споруд - рибоходів
Розділ III. Тема 8. Природо-користування	Зміст: поняття сталого природокористування: як збалансувати потреби суспільства в енергоресурсах і збереження довкілля; традиційне (використання викопних ресурсів) та альтернативне (використання ВДЕ). Концепція «енергетичний перехід»: необхідність переходу на ВДЕ для збереження ресурсів і боротьби зі зміною клімату. Кроки та цілі України для енергетичного переходу. Дослідження: Порівняльний аналіз впливу традиційних (вугільних, нафтових, газових) і відновлюваних (сонячних, вітрових, гідро- і геотермальних) джерел енергії на довкілля. Визначити, які регіони України мають потенціал для традиційної енергетики (вугілля, нафта, газ) і які для ВДЕ; висловити припущення, де природокористування може бути більш сталим у майбутньому.
9 клас	
Розділ III. Тема 1. Виробництво та постачання електроенергії	Знання: структура виробництва електроенергії з різних джерел в Україні, зростання частки ВДЕ за останні 10 років. Найбільші сонячні, вітрові та біо- електростанції, існуючі малі, міні- та мікро- ГЕС та геотермальні електростанції; енергетичний потенціал ВДЕ та його просторовий розподіл на території України, фактори, що впливають на розміщення об'єктів відновлюваної енергетики; стислий огляд існуючих технологій відновлюваної енергетики. Практичне завдання: Позначення на контурній карті України найбільших електростанцій, що використовують ВДЕ. Знайти приклади найбільших електростанцій на ВДЕ у світі.
Розділ V. Глобальні проблеми людства	Зміст: Глобальні та регіональні ініціативи країн світу щодо вирішення глобальної енергетичної проблеми. Європейський зелений курс. Національний план енергетики та клімату України. Практичне завдання: розробити план переходу регіону на ВДЕ

Розділ програми та тема	Пропозиції з інтеграції знань щодо відновлюваної енергетики
Навчальна програма з географії для 10 – 11 класів закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту) [18] Навчальна програма з географії для 10 – 11 класів закладів загальної середньої освіти (профільний рівень) [16]	
10 клас	
Розділ I. Тема 1. Загальна характеристика Європи	Зміст: регіональні відмінності у використанні традиційних та відновлюваних джерел енергії в Європі; лідери Європи у впровадженні ВДЕ; структура виробництва енергії в країнах Європи за джерелами; використання ГІС-сервісів для оцінки енергетичного потенціалу територій. Практичне завдання: за допомогою глобального атласу ВДЕ IRENA визначити країни Європи з найбільшим потенціалом сонячної, вітрової, геотермальної енергії та гідроенергії. Нанести на контурну карту найбільші об'єкти відновлюваної енергетики. Дослідження: 1. Відновлювана електроенергетика в країнах Європи: регіональні відмінності і чинники розвитку; 2. Просторові особливості виробництва енергетичного обладнання у Європі; 3. Механізм торгівлі електроенергією між європейськими країнами та роль гарантій походження електроенергії з ВДЕ.
Розділ II. Тема 1. Загальна характеристика Азії	Зміст: регіональні відмінності у використанні традиційних та відновлюваних джерел енергії в Азії; лідери Азії у впровадженні ВДЕ; структура виробництва енергії в країнах Азії за джерелами; Практичне завдання: Нанести на контурну карту найбільші ВЕС, СЕС та ГЕС в Азії; дослідити залежність впровадження ВДЕ від природно-кліматичних чинників. Дослідження: аналіз енергетичного переходу в Китаї та Індії; роль критичної сировини в енергетичній трансформації Азії; вирощування енергетичних культур для виробництва біопалив у Південно-Східній Азії.
Розділ III. Тема 1. Австралія	Зміст: регіональні особливості у використанні традиційних та відновлюваних джерел енергії в Австралії; структура виробництва енергії за джерелами; зростання ролі ВДЕ, особливо сонячної енергетики у посушливих регіонах; Практичне завдання: за допомогою вебатласу ВДЕ Австралії проаналізувати енергетичний потенціал різних джерел енергії; нанести на контурну карту найбільші об'єкти відновлюваної енергетики. Дослідження: обсяги виробництва енергії з відновлюваних джерел в Австралії; перспективи використання Австралії як глобального експортера «зеленого» водню; аналіз ролі кліматичних умов у розвитку відновлюваної енергетики на континенті.
Розділ III. Тема 2. Мікронезія, Меланезія, Полінезія	Зміст: специфіка природних умов і ресурсів малих острівних держав; обмеженість традиційних ресурсів та переваги переходу на ВДЕ; розвиток сонячної, вітрової та хвильової енергетики на островах; роль міжнародної допомоги у впровадженні ВДЕ; структура виробництва енергії в країнах Океанії за джерелами; Дослідження: роль відновлюваної енергетики в енергетичній безпеці малих острівних країн; впровадження систем автономного енергопостачання в умовах острівної географії; аналіз можливостей та прикладів використання енергії хвиль і припливів у Океанії.
Розділ IV. Тема 1. Загальна характеристика Америки	Зміст: Просторова організація енергетики Америки; розвиток ВДЕ у США, Канаді, Бразилії; обсяги виробництва електроенергії з відновлюваних джерел у регіонах Америки; регіональні відмінності у використанні ВДЕ в Південній та Північній Америці; лідери серед країн Америки у впровадженні ВДЕ; структура виробництва енергії в країнах Америки за джерелами; Практичне завдання: за допомогою глобального атласу ВДЕ IRENA та вебкартам Renewable Energy Maps США визначити регіони з найбільшим потенціалом сонячної, вітрової, геотермальної енергії, біо- та гідроенергії. Нанести на контурну карту найбільші об'єкти відновлюваної енергетики Дослідження: проаналізувати використання біомаси для енергетики у Бразилії; глобальні ланцюги постачання обладнання для ВДЕ у Америці; геотермальна енергетика у США; торгівля електроенергією між країнами Північної Америки.
Розділ V. Тема 1. Загальна характеристика Африки	Зміст: регіональні відмінності у використанні традиційних та відновлюваних джерел енергії в Африці; лідери Африки у впровадженні ВДЕ; структура виробництва енергії в країнах Африки за джерелами; регіональні відмінності в рівні енергозабезпеченості та розвитку відновлюваної енергетики; перспективи розвитку біоенергетики та вирощування енергетичних культур. Практичне завдання: за допомогою глобального атласу ВДЕ IRENA визначити країни Африки з найбільшим потенціалом сонячної, вітрової, геотермальної енергії, біо- та гідроенергії. Нанести на контурну карту Африки найбільші об'єкти відновлюваної енергетики. Дослідження: визначити райони великих гідроенергетичних проєктів, вплив великих гідроенергетичних споруд на екосистеми Африки (приклад ГЕС Гранд Ефіопіан Ренесанс); використання сонячної енергії для забезпечення сільських районів Африки; роль вирощування енергетичних культур у боротьбі з енергетичною бідністю на континенті.
Розділ VI. Тема 2. Україна в системі глобальних економічних відносин	Зміст: Участь України у глобальних енергетичних ініціативах; перспективна роль України на ринку критичної сировини (літій, титан), європейському ринку електроенергії, біопалива; можливості розвитку виробництва обладнання для ВДЕ в Україні. Практичне завдання: скласти контурну карту основних об'єктів ВДЕ в Україні; проаналізувати дані про експорт-імпорт енергетичного обладнання України. Дослідження: проаналізувати перспективи України як виробника критичних матеріалів для відновлюваної енергетики; дослідити зобов'язання України щодо енергетичного переходу; впровадження в Україні гарантій походження електроенергії та їх значення для інтеграції в європейський ринок електроенергії.

Розділ програми та тема	Пропозиції з інтеграції знань щодо відновлюваної енергетики
11 клас	
Розділ II. Тема 3. Геологічне середовище людства	Знання: зміна температури гірських порід з глибиною; геотермальний тепловий потік, геотермальні ресурси, типи геотермальних ресурсів (гідротермальні, петрогеотермальні, субгеотермальні), залежність розміщення геотермальних ресурсів від геологічної будови, перспективи використання теплового потоку для отримання енергії. Техногенні мінеральні ресурси (альтернативні види палива, включаючи біогаз, газ каналізаційно-очисних станцій, метан шахтної дегазації, техногенні енергетичні ресурси (доменний газ, коксівний газ)), приклади їх використання Практичне завдання: розв'язання задачі на визначення показника забезпеченості країн геотермальними та техногенними паливними ресурсами Дослідження: критичні мінерали і майбутнє відновлюваної енергетики
Розділ II. Тема 4. Атмосфера та системи Землі	Зміст: Потенціал атмосфери як джерела енергії (вітер, сонячна радіація); зміни клімату як фактор розвитку ВДЕ, теплова енергія довкілля та використання за рахунок теплових насосів. Практичне завдання: проаналізувати за кліматичними картами найперспективніші території світу для розміщення ВЕС і СЕС; розрахувати середньорічне потенційне виробництво енергії у своїй місцевості за даними інсоляції. Дослідження: вплив зміни клімату на ефективність роботи ВЕС і СЕС у світі; роль атмосфери у забезпеченні глобальної енергетичної безпеки; вплив підстильної поверхні на швидкість вітру
Розділ II. Тема 5. Гідросфера та системи Землі	Зміст: Використання енергії океанічних течій, хвиль, припливів; гідроенергетика як складова сталого енергопостачання; ризики і переваги гідроенергетичних проєктів. Типи обладнання для гідроелектростанцій. Практичне завдання: позначити на карті основні припливні електростанції світу; оцінити гідроенергетичний потенціал великих річок України за заданими параметрами. Дослідження: використання ресурсів океану для виробництва електроенергії; еволюція малих ГЕС у контексті захисту річкових екосистем.
Розділ III. Тема 3. Глобальна економіка	Зміст: Глобальні процеси енергетичного переходу. Обсяги виробництва енергії з відновлюваних джерел у світі. Енергетичні ринки. Країни, що є світовими лідерами у сфері впровадження відновлюваної енергетики. Вирощування енергетичних культур, виробництво біопалива. Практичне завдання: скласти карту найбільших експортерів обладнання для ВДЕ; позначити основні маршрути світової торгівлі електроенергією. Дослідження: роль глобальних ланцюгів постачання критичної сировини для виробництва обладнання відновлюваної енергетики.
Розділ IV. Тема 3. Економіка України в міжнародному поділі праці	Зміст: Регіональні особливості розвитку ВДЕ в Україні; вирощування енергетичних культур; сучасні тренди у використанні біопалив. Виробництво обладнання для енергетики (у т. ч. відновлюваної). Торгівля електроенергією з ЄС Практичне завдання: побудувати карту розміщення біоенергетичних об'єктів в Україні; провести аналіз виробництва біопалива у регіонах України. Дослідження: просторовий аналіз вирощування енергетичних культур; перспективи розвитку біоенергетики в Україні.
Розділ V. Тема 1. Глобальні проблеми людства (тільки в програмі профільного рівня)	Зміст: Глобальні процеси енергетичного переходу; перехід на ВДЕ як елемент боротьби зі зміною клімату; просторові відмінності у розвитку відновлюваної енергетики. Практичне завдання: створити карту або діаграму країн-лідерів з виробництва електроенергії з ВДЕ; порівняти стратегії енергетичного переходу розвинених і країн, що розвиваються. Дослідження: Проаналізувати приклади національних стратегій переходу на ВДЕ; вплив глобальних викликів на енергетичні стратегії країн світу.
Розділ V. Тема 2. Глобальні стратегії розвитку (тільки в програмі профільного рівня)	Зміст: Сталий розвиток і роль відновлюваної енергетики у досягненні Цілей сталого розвитку (ціль 7); міжнародні зусилля щодо переходу на чисті джерела енергії. Практичне завдання: проаналізувати Національний план енергетики та клімату України; розробити план заходів для сталого розвитку на основі розвитку відновлюваної енергетики у власному регіоні; проаналізувати приклади успішного переходу (збільшення частки) на ВДЕ в країнах світу. Дослідження: роль відновлюваної енергетики у забезпеченні сталого розвитку; інтеграція України до глобальних зелених енергетичних ринків.

Навчальна програма з географії побудована за принципом концентричного викладу матеріалу, що передбачає повторне вивчення основних тем у старших (10-11) класах з більш високим рівнем складності та деталізації. Так само й інтеграція знань про ВДЕ, енергетичний перехід та відновлювану енергетику здійснюється через логічне нарощування змістових компонентів у різних класах, що забезпечує поступовий розвиток системного мислення, просторових уявлень, аналітичних і дослідницьких компетентностей учнів. Якщо в 6-8 класах учні знайомляться з базовими поняттями, то в 10-11 класах зміст поглиблюється за рахунок розгляду просторових відмінностей, глобальної енергетич-

ної політики, технологічних аспектів виробництва ВДЕ та їхнього місця в енергетичному переході.

Методичні основи вивчення ВДЕ в рамках шкільного курсу географії мають базуватись як на змістових компонентах чинних освітніх програм, так і на дидактичних підходах, що забезпечують якісне та глибоке засвоєння знань (див. рис. 1). Формування цілісного уявлення про енергетичну сферу повинно враховувати міжпредметні зв'язки — зокрема, з фізикою, хімією, економікою та екологією, а також, у частині роботи з вебкартами, з інформатикою.

Відповідно до Концепції Нової української школи, розробленої Міністерством освіти і науки України у 2016 році, одним із головних освітніх прі-

оритетів є розвиток критичного мислення, здатності оперувати інформацією та ухвалювати обґрунтовані рішення. Це зумовлює необхідність оновлення методичних підходів до викладання географії, зокрема енергетичної тематики. Освітній процес у цьому контексті має ґрунтуватися на принципах науковості, системного підходу, доступності для учнів та орієнтації на практичне застосування знань. Серед ключових методичних принципів викладання енергетичних тем виділяються: науково обґрунтована подача інформації, регіональний контекст змісту (регіоналізація змісту), використання інтерактивних навчальних методик, а також залучення учнів до проблемно-пошукової діяльності (рис. 1). Наприклад, тему електроенергетики України доцільно опрацьовувати через аналіз актуальних статистичних даних, тематичних карт, інформації про функціонування енергетичних об'єктів у різних регіонах, що сприяє формуванню дослідницьких навичок у школярів [11].

Методика викладання має охоплювати не лише перелік типів ВДЕ, а й порівняльний аналіз їхніх переваг, обмежень і перспектив розвитку у вітчизняних умовах. Ефективним підходом є використання case-study: школярі досліджують реальні сонячні чи вітрові електростанції свого регіону, готують презентації та формують висновки щодо продуктивності та екологічного впливу. Слід також акцентувати, що стереотипне сприйняття ВДЕ, як абсолютно екологічних та повністю безпечних для довкілля, може призвести до недооцінки потенційних ризиків. Відновлювана енергетика справді менш шкідлива, ніж викопне паливо, проте кожен промисловий об'єкт ВДЕ все ж має певний вплив на довкілля, який необхідно враховувати під час планування.

Серед методичних інновацій під час вивчення теми відновлюваної енергетики варто впроваджу-

вати освітні технології, інтерактивні ресурси, засоби навчання та міжпредметну інтеграцію. Зокрема, доречно застосовувати геоінформаційні системи (ГІС) для створення тематичних карт енергоресурсів і дослідження просторового розташування сонячних, вітрових, гідро-, біо- та геотермальних станцій. Учні можуть працювати з вебсервісами на кшталт Google Earth або Global Atlas for Renewable Energy від IRENA. Важливо забезпечувати міжпредметну інтеграцію, наприклад географії з інформатикою через спільні проєкти зі створення або використання інтерактивних карт розміщення енергетичних об'єктів чи моделювання їхнього впливу на довкілля.

Як зазначено вище, чинні програми з географії вже містять теми, пов'язані з відновлюваною енергетикою (розділи «Природні ресурси України», «Промисловість», «Географія господарства» тощо). Проте їх часто викладають без належного зв'язку з глобальними енергетичними, кліматичними та ресурсними викликами, що знижує мотивацію учнів і не сприяє усвідомленому ставленню до проблем енерговикористання. Доцільно розширити навчальний зміст через факультативи, практичні заняття та дослідницькі міні-проєкти, які формуватимуть системний погляд на сучасні трансформації в енергетиці.

Як правило, у навчальному плані передбачено резерв годин, частину яких варто спрямувати на актуальні питання ВДЕ, враховуючи їх міждисциплінарну природу. Додаткові можливості відкриває позакласна діяльність: гуртки, факультативи, Мала академія наук, краєзнавчі проєкти, орієнтовані на дослідження регіонального потенціалу ВДЕ. Екскурсії до локальних сонячних електростанцій, біогазових установок чи вітрових парків, збирання емпіричних даних і підготовка міні-досліджень



Рис. 1. Методичні основи формування системи знань про ВДЕ та енергетичний сектор /
Fig. 1. Methodological foundations for developing a system of knowledge about renewable energy sources and the energy sector

сприяють формуванню практичних умінь і дослідницької компетентності, водночас інтегруючи знання у реальні життєві ситуації. Дні енергії, конкурси малюнків на тему «Енергія майбутнього» та подібні заходи допомагають закріпити матеріал.

Важливо розвивати енергетичну грамотність учнів як складову екологічної культури. Учні повинні чітко усвідомлювати, що спалювання викопного палива призводить до значних викидів парникових газів і стимулює кліматичні зміни, тоді як перехід на ВДЕ є однією з ключових передумов розв'язання цієї глобальної проблеми. Слід застосовувати інтерактивні методи навчання, до яких варто віднести рольові ігри (моделювання засідання енергетичної комісії щодо вибору джерел енергії для регіону), дебати «традиційна чи альтернативна енергетика», SWOT-аналіз енергетичної політики різних країн. Такі формати розвивають уміння аргументувати, аналітичне мислення та командну роботу.

Оскільки тематика складна та багатовимірна, побудова системи знань про енергетичний сектор і ВДЕ має відбуватися з послідовним нарощуванням об'єму та складності навчального змісту протягом всього періоду навчання: від базового ознайомлення у 6–8 класах до глибокого аналізу в старшій школі. При цьому слід забезпечити як вертикальну, так і горизонтальну інтеграцію знань, що дозволить учням зрозуміти взаємозв'язки між природними умовами, політикою, економікою і соціальними аспектами енергетичного виробництва.

Висновки. У результаті дослідження встановлено, що інтеграція знань про ВДЕ у шкільний курс географії є необхідною умовою формування екологічної свідомості, енергетичної грамотності та активної громадянської позиції учнів. Методичне наповнення навчального процесу, зокрема застосування інтерактивних, дослідницьких і проєктно-орієнтованих методів, демонструє високу ефективність для глибшого засвоєння учнями знань про ВДЕ, а також усвідомлення їхнього значення для сталого розвитку та енергетичної трансформації.

Контент-аналіз чинних навчальних програм з географії для 6–11 класів дозволив ідентифікувати теми, що прямо або опосередковано стосуються енергетики та ВДЕ. Це стало підґрунтям для формування змістових пропозицій щодо розширення та поглиблення навчального матеріалу. Запропонований підхід щодо інтеграції знань про ВДЕ у шкільну програму з географії передбачає врахування вікових особливостей учнів та поступове ускладнення змісту. У 6 класі пропонується акцентувати увагу на негативному впливі традиційної енергетики на довкілля, викидах парникових газів і проблемах утилізації відходів. У 7 класі учні ознайомлюються з основними видами ВДЕ, вивчають просторові особливості їх поширення, зокрема регіони з найбільшим потенціалом. У 8 класі тематика поглиблюється завдяки вивченню геотермальної енергетики, техногенних альтернативних енергетичних ресурсів та принципів сталого природокористування, з акцентом на особливостях розміщення об'єктів ВДЕ в Україні. У 9–11 класах фокус зміщується на просторовий аналіз структури енергетики України і світу, вивчення національних і міжнародних ініціатив (зокрема Європейського зеленого курсу), використання цифрових інструментів і ГІС для дослідження енергетичного потенціалу ВДЕ. Учні пропонується виконання дослідницьких завдань, пов'язаних з енергетичним плануванням, просторовим моделюванням і розробкою проєктів переходу до ВДЕ.

Практична цінність дослідження полягає в тому, що його результати можуть бути використані для оновлення змісту освітніх програм з географії, розроблення нових навчально-методичних матеріалів, впровадження елементів STEM/STREAM-освіти у викладання географії, екології та фізики. Запропоновані методичні підходи сприятимуть не лише підвищенню обізнаності школярів про ВДЕ, але й розвитку у них ціннісного ставлення до навколишнього середовища, що є важливим кроком у напрямку сталого розвитку суспільства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Асоціація «Енергоефективні міста України». Проєкт «Школа Енергії 2.0». 2025. URL: <https://enefcities.org.ua/diynalist/proekty/projekt-shkola-energi-20/> (дата звернення : 03.03.2025)
2. Кабінет Міністрів України. Енергетична стратегія України на період до 2050 року. Розпорядження № 373-р. (21 квітня 2023). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text> (дата звернення : 03.03.2025)
3. Матвійчук А., Іванчук А. Формування уявлень про інноваційні технології електроенергетики в учнів професійно-технічної освіти. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*. 2020. P. 113-124. URL: <https://vspu.net/sit/index.php/sit/article/download/3161/2585> (дата звернення : 03.03.2025)
4. Міністерство економіки України. Національний план з енергетики та клімату на період до 2030 року. 2024. URL: <https://me.gov.ua/Documents/Detail?id=17f558a7-b4b4-42ca-b662-2811f42d4a33&lang=uk-UA&title=NatsionalniiPlanZEnergetikiTaKlimatuNaPeriodDo2030-Roku> (дата звернення : 03.03.2025)
5. Міністерство освіти і науки України. *Географія 10–11 класи. Профільний рівень: Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. Наказ МОН від 23.10.2017 № 1407*. 2017. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/21.12.%20geografija/geograf-prof-10-11k-profilniy-riven-19122017.doc> (дата звернення : 03.03.2025)
6. Міністерство освіти і науки України. *Географія (поглиблене вивчення): Навчальна програма для учнів 8–9 класів закладів загальної середньої освіти. Лист МОН від 25.08.2020 № 1/11-5718*. 2020. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/>

zagalna%20serednya/programy-5-klas/2020/Prohrama%20NEOHRAFIYAPOHLYBLENE%20 VYVCHENNYA.docx (дата звернення : 03.03.2025)

7. Міністерство освіти і науки України. *Географія 10–11 класи. Рівень стандарту: Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. Наказ МОН від 03.08.2022 № 698.* 2022. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2022/08/15/navchalna.programa-2022.geography-10-11-standart.pdf> (дата звернення : 03.03.2025)

8. Міністерство освіти і науки України. *Географія 6–9 класи: Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. Наказ МОН від 03.08.2022 № 698.* 2022. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/2022/08/15/navchalna.programa-2022.geography-6-9.pdf> (дата звернення : 03.03.2025)

9. Руденко Б. М. Європейський досвід навчання основам енергозбереження. У *Матеріалах конференції "Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи"*. Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 2019. С. 73. URL: http://fizmatsspu.sumy.ua/Konferencii/sbor/nano/materialy_NANO_2019.pdf#page=73 (дата звернення : 03.03.2025)

10. Санковська І. М. Формування в учнів початкової школи навичок раціонального використання енергії. *Організація освітньої діяльності в закладах освіти Києва в умовах воєнного стану*, 2024. (V), С.158-171. URL: https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/49670/1/Sankovska_FUPCNRVE.pdf (дата звернення : 03.03.2025)

11. Шестидесятна О. Г. Можливості вивчення екологічно чистих джерел енергії в шкільному курсі географії України. У *Науково-методичне забезпечення напряму підготовки «Здоров'я людини»* Полтава: Астроя. 2014. С. 103–105. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/12192/1/44.pdf> (дата звернення : 03.03.2025)

12. Acikgoz, C. Renewable energy education in Turkey. *Renewable Energy*. 2011. Vol. 36(2). P. 608-615. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.08.015>

13. Colmenares-Quintero, R. F., Barbosa-Granados, S., & Pérez-Quintero, S. Learning and teaching styles in a public school with a focus on renewable energies. *Sustainability*. 2022. Vol. 14(23), 15545. <https://doi.org/10.3390/su142315545>

14. Da Silva, R. F., Carmona, J. A., Campos, J. C., & Pérez-Hernández, A. Methodology and tools of a docent strategy for the teaching and learning of climate change and renewable energies. In *ICERI2015 Proceedings*. IATED, 2015. P. 1616–1625.

15. Hasan, S. T. Awareness and misconceptions of high school students about renewable energy resources and applications: Turkey case. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*. 2012. Vol. 4(3), P. 1829-1840.

16. Hoque, F., Yasin, R. M., & Sopian, K. Revisiting education for sustainable development: Methods to inspire secondary school students toward renewable energy. *Sustainability*. 2022. Vol. 14(15), 9058. <https://doi.org/10.3390/su14159058>

17. Keramitsoglou, K. M. Exploring adolescents' knowledge, perceptions and attitudes towards Renewable Energy Sources: A colour choice approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. Vol. 59, P. 1159–1169. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.047>

18. Middleton, P. Sustainable living education: Techniques to help advance the renewable energy transformation. *Solar Energy*. 2018. Vol. 173, P. 412–419. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.07.059>

19. Papadimitriou, V. Prospective primary teachers' understanding of climate change, greenhouse effect, and ozone layer depletion. *Journal of Science Education and Technology*. 2004 Vol.13, P. 299–307. <https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000031268.72848.6d>

20. Revák, I. M., Jász, E., Kovacs, E., Teperics, K., Visi, J. Ü., & Máth, J. Primary and secondary school students' knowledge related to renewable energy and some of its influencing factors. *Journal of Baltic Science Education*. 2019. Vol. 18(6), P. 924–942.

21. Rushton, E. A., Sharp, S., & Walshe, N. Global Priorities for Enhancing School-Based Climate Change and Sustainability Education. (2023, November). URL: https://www.researchgate.net/profile/Elizabeth_Rushton/publication/376314510_Global_priorities_for_enhancing_school_based_climate_change_and_sustainability_education/links/6572eaa2ea5f7f02054f0d01/Global-priorities-for-enhancing-school-based-climate-change-and-sustainability-education.pdf (Accessed at: 03.03.2025)

22. Zyadin, A., Puhakka, A., Ahponen, P., Cronberg, T., & Pelkonen, P. School students' knowledge, perceptions, and attitudes toward renewable energy in Jordan. *Renewable Energy*. 2012.Vol. 45, P. 78–85.

Стаття надійшла до редакції 03.03.2025

Стаття рекомендована до друку 11.04.2025

Ahapova Olena – Ph.D. in Geography, Associate Professor of the Department of Physical Geography and Cartography, Faculty of Geology, Geography, Recreation and Tourism, V. N. Karazin Kharkiv National University; e-mail: o.agapova@karazin.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3074-5524>

Bainazarov Anatolii - Ph.D. in Geography, Associate Professor of the Department of Physical Geography and Cartography. The Faculty of Geology, Geography, Recreation and Tourism, V. N. Karazin Kharkiv National University; e-mail: a.baynazarov@karazin.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1511-3596>

Breheda Nadiia - Bachelor in Secondary Education (Geography), The Department of Physical Geography and Cartography. The Faculty of Geology, Geography, Recreation and Tourism, V. N. Karazin Kharkiv National University; e-mail: bregeda010781@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-4276-6331>

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS FOR DEVELOPING KNOWLEDGE ABOUT RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE SCHOOL GEOGRAPHY CURRICULUM

The purpose of the article is to substantiate methodological approaches to developing secondary school students' knowledge about renewable energy sources (RES) and the modern energy sector within the school geography curriculum, as well as to provide practical recommendations for improving educational content in accordance with the needs of sustainable development, innovative energy, and environmental education.

The main material. The article analyzes the methodological foundations for developing knowledge about RES within the school geography curriculum. The key role of renewable energy in enabling the energy transition, addressing climate change, and achieving the goals of sustainable development is emphasized. The necessity of integrating RES-related topics into the educational process is substantiated as a means to foster students' environmental awareness, energy literacy, and active civic engagement. International experience is described, revealing the insufficient level of awareness among youth regarding RES and highlighting the importance of improving the content of education through the implementation of interactive, interdisciplinary, and practice-oriented teaching methods. These approaches contribute to the formation of environmentally responsible attitudes and a deeper understanding of the role of renewable energy in the context of sustainability. The study examines current geography curricula for grades 6–11 in Ukrainian general secondary schools, allowing the identification of the extent to which RES topics are represented in the school course and the formulation of proposals for their expansion and systematization.

Conclusions. Based on content analysis, several key content elements are proposed for integration: fundamental concepts of renewable energy, classification of energy sources, characteristics of their resource potential, energy generation technologies in Ukraine and globally, environmental benefits, global and national RES development strategies, and spatial, environmental, and socio-economic factors of RES infrastructure placement. The article suggests topics for practical tasks, elements of project- and inquiry-based learning to support the assimilation of RES-related material. The rationale for applying innovative didactic approaches is provided, including case studies, role-playing, work with interactive maps, simulations, and debates. These educational activities aim to develop critical thinking, analytical skills, and responsible attitudes toward energy resources and the environment. The proposed materials may serve as a foundation for updating geography curricula, creating educational resources, and integrating STEM/STREAM components into the study of geography, ecology, and physics.

Keywords: *renewable energy, renewable energy sources, school education, geography curriculum, teaching methodology, sustainable development.*

REFERENCES:

1. Association "Enerhoefektyvni Mista Ukrainy." (2025). *Project "Energy School 2.0"*. <https://enecities.org.ua/diynalist/proekty/proyekt-shkola-energi-20/> [in Ukrainian].
2. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2023, April 21). *Energy Strategy of Ukraine until 2050* (Order No. 373-r). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
3. Matviichuk, A., & Ivanchuk, A. (2020). Formation of concepts about innovative technologies in electric power engineering in vocational education students. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology, Theory, Experience, Problems*, 113–124. <https://vspu.net/sit/index.php/sit/article/download/3161/2585> [in Ukrainian].
4. Ministry of Economy of Ukraine. (2024). *National Energy and Climate Plan until 2030*. <https://me.gov.ua/Documents/Detail?id=17f558a7-b4b4-42ca-b662-2811f42d4a33&lang=uk-UA&title=NatsionalniiPlanZEnergetikiTaKlimatuNaPeriodDo2030-Roku> [in Ukrainian].
5. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2017). *Geography grades 10–11. Advanced level: Curriculum for general secondary education institutions* (Order No. 1407, 23.10.2017). <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/21.12.%20geografia/geograf-prof-10-11k-profilniy-riven-19122017.doc> [in Ukrainian].
6. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2020). *Geography (in-depth study): Curriculum for grades 8–9 of general secondary education institutions* (Letter No. 1/11-5718, 25.08.2020). https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/2020/Prohrama%20HEOHRAFIYA_POHLYBLENENYA%20VYVCHENNYA.docx [in Ukrainian].
7. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2022). *Geography grades 10–11. Standard level: Curriculum for general secondary education institutions* (Order No. 698, 03.08.2022). <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2022/08/15/navchalna.programa-2022.geography-10-11-standart.pdf> [in Ukrainian].
8. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2022). *Geography grades 6–9: Curriculum for general secondary education institutions* (Order No. 698, 03.08.2022). <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/2022/08/15/navchalna.programa-2022.geography-6-9.pdf> [in Ukrainian].
9. Rudenko, B. M. (2019). European experience in teaching the basics of energy saving. In *Conference proceedings "Geographical Research: History, Present, Prospects"* (p. 73). Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko. http://fizmatsspu.sumy.ua/Konferencii/sbor/nano/materialy_NANO_2019.pdf#page=73 [in Ukrainian].
10. Sankovska, I. M. (2024). Formation of rational energy use skills in primary school students. *Organization of educational activities in Kyiv educational institutions under martial law*, (V), 158–171. https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/49670/1/Sankovska_FUPCNRVE.pdf [in Ukrainian].
11. Shestydesiatna, O. H. (2014). Opportunities for studying environmentally friendly energy sources in the school geography course of Ukraine. In *Scientific and methodological support of the training direction "Human Health"* (p. 103–105). Poltava: Astraya. <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/12192/1/44.pdf> [in Ukrainian].
12. Acikgoz, C. (2011). Renewable energy education in Turkey. *Renewable Energy*, 36(2), 608–615. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.08.015> [in English].
13. Colmenares-Quintero, R. F., Barbosa-Granados, S., & Pérez-Quintero, S. (2022). Learning and teaching styles in a public school with a focus on renewable energies. *Sustainability*, 14(23), 15545. <https://doi.org/10.3390/su142315545> [in English].
14. Da Silva, R. F., Carmona, J. A., Campos, J. C., & Pérez-Hernández, A. (2015). Methodology and tools of a docent strategy for the teaching and learning of climate change and renewable energies. In *ICERI2015 Proceedings* (pp. 1616–1625). IATED [in English].
15. Hasan, S. T. (2012). Awareness and misconceptions of high school students about renewable energy resources and applications: Turkey case. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(3), 1829–1840 [in English].
16. Hoque, F., Yasin, R. M., & Sopian, K. (2022). Revisiting education for sustainable development: Methods to inspire secondary school students toward renewable energy. *Sustainability*, 14(15), 9058. <https://doi.org/10.3390/su14159058> [in English].

17. Keramitsoglou K. M. (2016). Exploring adolescents' knowledge, perceptions and attitudes towards *Renewable Energy Sources: A colour choice approach*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (59), 1159–1169. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.047> [in English].
18. Middleton, P. (2018). Sustainable living education: Techniques to help advance the renewable energy transformation. *Solar Energy*, (173), 412–419. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.07.059> [in English].
19. Papadimitriou, V. (2004). Prospective primary teachers' understanding of climate change, greenhouse effect, and ozone layer depletion. *Journal of Science Education and Technology*, (13), 299–307. <https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000031268.72848.6d> [in English].
20. Revák, I. M., Jász, E., Kovacs, E., Teperics, K., Visi, J. Ü., & Máth, J. (2019). Primary and secondary school students' knowledge related to renewable energy and some of its influencing factors. *Journal of Baltic Science Education*, 18(6), 924–942. [in English].
21. Rushton, E. A., Sharp, S., & Walshe, N. (2023, November). Global Priorities for Enhancing School-Based Climate Change and Sustainability Education. https://www.researchgate.net/profile/Elizabeth_Rushton/publication/376314510_Global_priorities_for_enhancing_schoolbased_climate_change_and_sustainability_education/links/6572eaa2ea5f7f02054f0d01/Global-priorities-for-enhancing-school-based-climate-change-and-sustainability-education.pdf [in English].
22. Zyadin, A., Puhakka, A., Ahponen, P., Cronberg, T., & Pelkonen, P. (2012). School students' knowledge, perceptions, and attitudes toward renewable energy in Jordan. *Renewable Energy*, (45), 78–85. [in English].

The article was received by the editors 03.03.2025

The article is recommended for printing 11.04.2025

DOI: 10.26565/2075-1893-2025-41-02

УДК 551.4(477)(075.3)

Йосип Гілецький

к. пед. наук, доцент кафедри географії та природознавства;

e-mail: yosyp.hiletskyi@pnu.edu.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4680-2765>Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
вулиця Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76000, Україна

Учителям географії про Карпатську гірську країну, Українські Карпати та сучасні підходи до їх регіоналізації

Метою статті є характеристика сучасних уявлень про тектонічну та фізико-географічну регіоналізацію Карпатської гірської країни та її частини, яка розміщена у межах території нашої держави.

Основний матеріал. У результаті виконаних досліджень аргументовано показано, які саме сучасні дані геологічних досліджень про тектонічну будову та геологічну історію Карпатської гірської країни послужили основою для уточнення схеми її фізико-географічного районування, що набула широкого поширення у сучасних довідкових джерелах. Основними елементами новизни районування, які не отримали належної уваги в наукових працях українських географів, є віднесення Сербських Карпат до Карпатської гірської країни та поділ фізико-географічної провінції Західних Карпат на Зовнішні Західні Карпати та Внутрішні Західні Карпати, а Східних – на Зовнішні Східні Карпати та Внутрішні Східні Карпати. У свою чергу, оскільки Українськими Карпатами називають тільки частину фізико-географічної провінції Східних Карпат, яка обмежена сучасними державними кордонами України, то оновлення підходів до районування має знайти своє відображення і у регіоналізації цієї частини гірської країни. У статті охарактеризовано авторську уточнену схему фізико-географічного районування Українських Карпат, яка аргументована результатами багаторічних досліджень та оприлюднена у матеріалах науково-практичних конференцій, фахових періодичних наукових виданнях та монографії.

Висновки. Ознайомлення учителів географії із сучасними уявленнями про критерії та особливості регіоналізації Карпатської гірської країни у спеціалізованому періодичному виданні є надзвичайно важливим для зростання їх професійної компетентності та мотивації до дослідницької діяльності.

Ключові слова: інформаційно-комунікаційна компетентність, достовірні джерела додаткової інформації, сучасні уявлення про тектоніку Карпатської гірської країни, таксономічні одиниці районування, сучасні схеми фізико-географічного районування Карпат.

Як цитувати: Гілецький Й. Учителям географії про карпатську гірську країну, Українські Карпати та сучасні підходи до їх регіоналізації. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2025. Вип. 41. С. 18–26. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2025-41-02>

In cites: Hiletskyi, Y. (2025). For geography teachers about the carpathian mountain region, the Ukrainian Carpathians, and modern approaches to their regionalisation. *The problems of continuous geographical education and cartography*, (41), 18–26. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2025-41-02> (in Ukrainian)

Вступ. Однією із важливих компетентностей, якою учні повинні оволодіти у процесі здобуття загальної середньої освіти, є інформаційно-комунікаційна. Роль географії як шкільного навчального предмета у повноцінному набутті учнівською молоддю цієї компетентності важко переоцінити, адже «Географічні компетентності забезпечують формування в учнів просторової уяви та мислення, пояснюють, як природні та суспільні об'єкти, явища і процеси на Землі в різних масштабах формуються, взаємопов'язані та змінюються з часом» [7, с. 2]. При цьому, учні мають вміти знаходити, обробляти, зберігати інформацію географічного змісту, перетворювати її з одного виду на інший, «досліджувати довкілля за допомогою сучасних інформаційно-комунікаційних технологій; критично оцінювати інформацію географічного змісту, отриману із різних джерел» [7, с. 4].

Проте, у сучасних умовах існує надзвичайно широкий вал наукової, науково-популярної, а також псевдонаукової інформації, яка стосується як особливостей природного довкілля, так і суспільно-економічних процесів та явищ, що відбуваються у просторі земної кулі. Географія, виділяючись серед шкільних навчальних предметів широтою потенціалу формування світоглядних знань, має значні проблеми із необхідністю навчити учнів дуже ретельного відбирати достовірні джерела додаткової інформації.

Основними джерелами здобуття знань з географії, як і з інших предметів, для учнів, передусім, є шкільні підручники, а також навчальні атласи. Зорієнтувати учнів на правильний вибір додаткових загальнодоступних текстових, картографічних, статистичних чи геоінформаційних ресурсів повинні учителі-предметники. Отже, вони, у свою чергу, повинні бути достатньо поінформованими про те, над чим працюють науковці у теперішній час, які нові друковані праці опубліковані, які геоінформаційні ресурси вважаються найбільш авторитетними у колі фахівців географів. Таке інформування учителів забезпечується курсами, семінарами, а також періодичними виданнями, які адресовані освітянській спільноті. Тому, висвітлювати у науково-популярній формі певні нові висновки наукових галузевих досліджень доцільно і у виданнях, які широко використовують учительські колективи закладів середньої освіти.

Одним із питань, яке варто висвітлити у статті, є огляд сучасних підходів до районування усієї Карпатської гірської країни, її частини, яка розташована у межах території України. Актуальність цього розгляду саме тепер полягає у тому, що зараз завершується робота над підручниками з географії для 8-го класу, який передусім присвячений розгляду природи у межах території України та особливостям природокористування. Найбільшою мірою питання вивчення Карпат як особливого фізико-географіч-

ного об'єкта у розділі II. «Природа України», модельної навчальної програми колективу Запотоцький С.П. та ін. стосується тема 1 «Рельєф, тектонічна та геологічна будова, мінеральні ресурси» та тема Тема 6. Природні комплекси (ландшафти) [7, с. 45, 54].

Вихідні передумови. У найпопулярнішому за використанням інтернет-ресурсів – Вікіпедії, при ознайомленні із Карпатською гірською країною відображається карта, на якій подано восьмицільне районування гірської системи [10]. У працях вітчизняних географів з радянських часів і до початку 2000-х використовувалось, в основному, районування Карпатської гірської країни, яке передбачало виділення трьох [5] або п'яти [8] фізико-географічних провінцій (країв). Про причини такої невідповідності у визначенні кількості одиниць найвищого рангу регіоналізації Карпат, критерії, які взяті за основу, невідповідності у проведенні ліній розмежування між таксонами, співвідношеннями площ гірських карпатських території – нами в останні роки було зроблено ряд публікацій [1, 2, 3]. Однією з основних причин є зосередження уваги географів у своїх дослідженнях тільки на тій частині території Карпат, яка знаходиться у межах території, оконтуреної державним кордоном України [6, 9]. Ця обставина стала однією з основних причин неузгодженості схем фізико-географічного районування Українських Карпат та усієї гірської країни. Беручи до уваги те, що теоретичною основою поділу Західних Карпат на Зовнішні Західні Карпати та Внутрішні Західні Карпати, а Східних – на Зовнішні Східні Карпати та Внутрішні Східні Карпати покладено не критерій простягання основних ланцюгів хребтів та масивів, а принципові відмінності у тектонічній будові та історії формування, нами було запропоновано трактувати ці таксономічні одиниці районування як підпровінції [3], а також уточнено схему районування української частини Карпат [1, 3].

Мета статті. Метою даної статті є характеристики сучасних уявлень про тектонічну та фізико-географічну регіоналізацію Карпатської гірської країни та її частини, яка розміщена у межах території України в доступній для учителів географії та учнів закладів загальної середньої освіти формі.

Виклад основного матеріалу. Згідно з сучасними уявленнями, за тектонічною будовою у Карпатській гірській країні виділяють дві принципово відмінні частини **Зовнішні (або Флішові) Карпати** та **Внутрішні Карпати** (рис. 1). Їх розділяє великий Пенінський глибинний тектонічний розлом, який у межах України називають Закарпатським. Вздовж нього на поверхні простягається зона Скуль (або Стрімчаків), у межах якої посеред букового лісу виступають скельні останці, які складені в основному юрськими (іноді тріасовими) вапняковими відкладами мезозойської ери. Наймальовничіші вапнякові скельні останці

під назвою "Три корони" є на невеличкому карпатському хребті П'єніни у Польщі, біля кордону із Словаччиною. Саме від П'єнінського масиву хребтів утворена назва глибинного розлому та зони стрім-

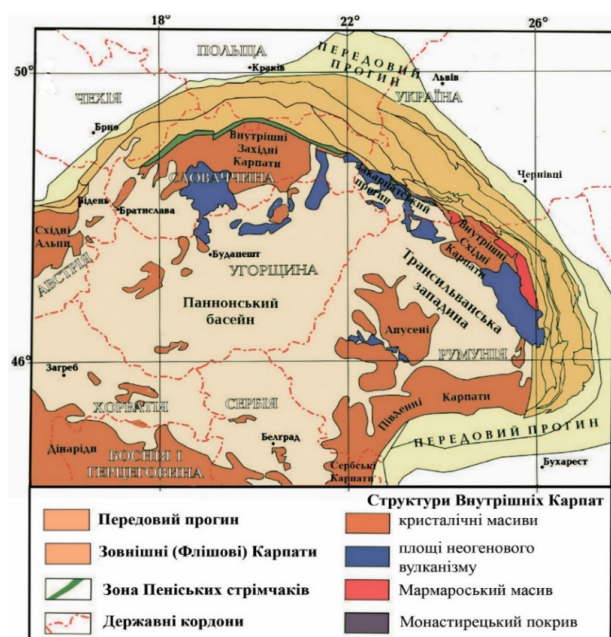


Рис. 1. Сучасна схема тектонічної будови Карпатської гірської країни та прилеглих гірських систем / Fig. 1. Scheme of the tectonic structure of the Carpathian mountain region and adjacent mountain systems

чаків вздовж нього, який ніби позначає простягання глибинного тектонічного розлому на місцевості.

Зовнішні (Флішові) Карпати складені зім'ятими в складки товщами. **Флішу** – осадовими відкладами уламкового походження, які характеризуються ритмічним чергуванням знизу вверх пластів утворених зцементованими частинками гравію, піску, а найвище – найдрібніших часточок глини. У такій послідовності у всій товщі вони повторюються тисячі разів. Вважають, що фліш відкладався у глибоководних частинах морського басейну у які час від часу, під час землетрусів зривалися відклади нанесені річками у шельфову зону моря (рис. 2). Зриваючись вниз вздовж стрімкої поверхні материкового схилу, вони утворювали мутний потік. З нього спочатку на дно осідали найбільші і найважчі частинки, а в останню чергу найдрібніші частинки мулу. За мільйони років таких мутних потоків формувалося тисячі. Під тиском верхніх шарів збагачені органікою нижні шари зцементовувались, перетворюючись у фліш.

Зустрічні рухи літосферних плит спричинили зминання у складки та витиснення на поверхню донних відкладів Карпатського моря, яке існувало впродовж крейдового періоду мезозойської ери, а також палеогенового та початку неогенового кайнозойської ери. Найдавніші складчасті рухи альпійської епохи горотворення спочатку охопили внутрішні частини Флішового поясу. Поступово вони поширювались на його зовнішні зони та внутріш-

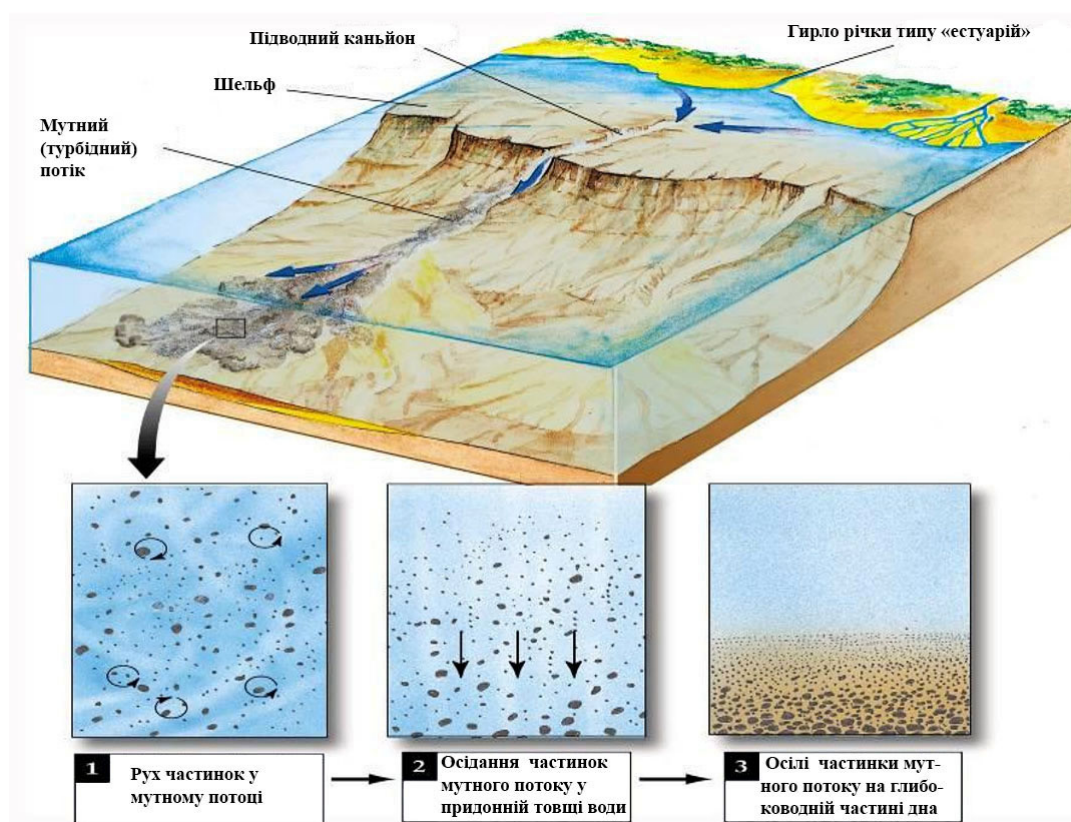


Рис. 2. Схема формування флішу на дні глибоководного морського басейну / Fig. 2. Scheme of flysch formation at the bottom of a deep-water marine basin

ню зону передового прогину. У результаті насувних процесів сформувався тектонічний пояс Зовнішніх Карпат, який має складчасто-лускувату будову. Луски групуються в окремі тектонічні покриви, які насунені один на одного та на річкові наноси передового прогину. Загальна товщина земної кори цього тектонічного поясу становить до 60 км, а осадових відкладів (в основному флішу) до 20 км.

Головними структурними елементами тектонічного поясу **Внутрішніх Карпат** є кристалічні масиви (рис. 1), фундамент яких складений метаморфізованими та магматичними догерцинськими та герцинськими комплексами зруйнованих гірських споруд, а осадовий чохол здебільшого сформований верхньопалеозойськими та мезозойсько-кайнозойськими осадовими відкладами. В епоху альпійського горотворення у цих масивах також активізувались горотворчі процеси, спричинивши підняття окремих блоків та формування омолоджених складчасто-брилових гірських споруд. До поясу Внутрішніх Карпат включають також магматичні комплекси гірських масивів (рис. 1), які сформовані у кінці неогенового періоду виливами магми на поверхню через поздовжні тріщини у земній корі, рідше магмою, яка застигла, не вийшовши на поверхню. Товщина земної кори у межах тектонічного поясу Внутрішніх Карпат становить до 30 км, а осадових відкладів – до 5 км.

Принципові відмінності тектонічних структур Зовнішніх (Флішових) та Внутрішніх Карпат відповідно позначилися на особливостях форм гірських хребтів та характері протікання геоморфологічних процесів у фізико-географічних підпровінціях Західних та Східних Карпат. Межу між гірськими провінціями Західних і Східних Карпат згідно розповсюдженню у Вікіпедії на різних мовах районування (рис. 3), проводять по Тилицькому перевалі, який з'єднує Словаччину і Польщу. У південному напрямку від перевалу межу ведуть територією Словаччини по річках Теплій (Топлі), Ондаві та Бодрогу. Серед українських друкованих джерел таке проходження цієї межі описано В. Кубійовичем в Енциклопедії українознавства. У північному напрямку від перевалу на території Польщі лінією розмежування між Західними та Східними Карпатами вважається долина річки Бяла – права притока Вісли. Від описаної межі хребти Карпат змінюють напрям на південно-східний, який є характерним для всієї провінції Східних Карпат – тобто, від Тилицького перевалу до перевалу Предял у Румунії та верхів'їв річки Прагова.

На території Польщі і Словаччини до Східних Карпат належать Низькі або

Центральні Бескиди та Бещади, а також вулканічний масив Вигорлат у Словаччині (рис. 4). Найбільша частина території провінції Східних Карпат є у межах Румунії. Тут до них відносять хребти і масиви, які мають різні назви. Найвищий серед них є масив Родна (або Роднянські Альпи) з горою П'єтрос (2303 м) – найвищою вершиною усіх Східних Карпат.

Українськими Карпатами називають тільки частину Східних Карпат, яка обмежена сучасними державними кордонами України, що у теперішньому варіанті остаточно оформилися у лютому 1951 року. Тоді Польщі від тогочасної УРСР була передана невелика частина Карпатської нафтогазоносною провінції у із містом Нижні Устрики, що розміщені у межах Передкарпатської височини. Згідно з проведеними нами розрахунками сучасними інструментами в онлайн-сервісі Google Планета Земля площа частини фізико-географічної країни Карпат у межах України становить 36 776 кв. км [2]. Власне гірська територія займає територію у 21 560 кв. км, що складає 10,2% від загальної площі Карпатської гірської країни (211,6 тис. кв. км). За цією величиною серед восьми держав Європи (рис. 4) більшою площею карпатської території володіють тільки Румунія (53,4%) та Словаччина (16,6%) [3].

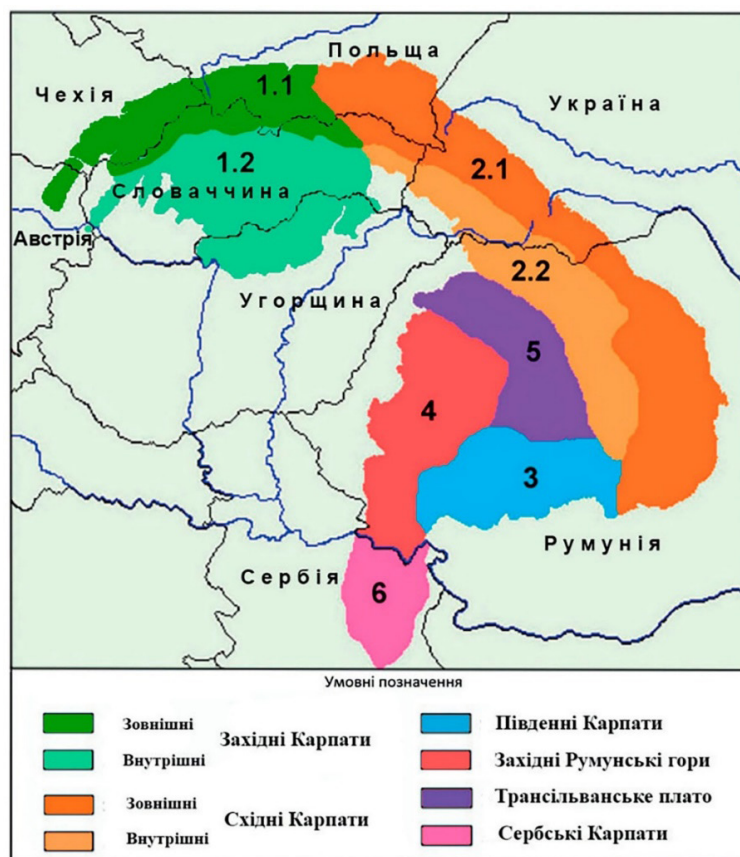


Рис. 3. Уточнена сучасна схема фізико-географічного районування Карпатської гірської країни /

Fig. 3. Refined modern scheme of the physical and geographical zoning of the Carpathian mountain region

При фізико-географічному районуванні до Українських Карпат включають дві прилеглі рівнини, які за своє геологічною будовою та розвитком тісно взаємопов'язані із гірськими спорудами Карпат. Площа Передкарпатської височини у межах території України займає площу 12936 кв.

км, а Закарпатської низовини – 2280 кв. км [2] (рис. 5).

Оскільки Українські Карпати охоплюють частини як тектонічного поясу Зовнішніх (Флішових) Карпат так і поясу Внутрішніх Карпат, то у їх складі є частини двох підпровінцій – Зовнішніх Східних Карпат і Внутрішніх Східних Карпат. Із семи природних областей, які вже три чверті століття традиційно виділяють при геоморфологічному чи фізико-географічному районуванні Українських Карпат, три відносяться до Зовнішнього (Флішового) тектонічного поясу, а отже, і підпровінції Зовнішніх Східних Карпат, і три до Внутрішніх Східних Карпат. Розмежовує підпровінції зона Закарпатського глибинного розлому [4]. Передкарпатська височина, яка є сьомою природною областю Українських Карпат, в основі якої лежить Передкарпатський крайовий прогин, не має флішової будови, а тому безпосередньо не включається до підпровінції Зовнішніх Східних Карпат.

Щоб узгодити фізико-географічне районування Українських Карпат із розмежуванням тектонічних поясів Карпатської гірської країни нами було включено до області Закарпатського низькогір'я Угольсько-Широколужанський масив, в основі якого лежать зони Пенінських та Мармароських скель (стрімчаків) із прилеглими вузькими смугами флішових утворень, які сформувалися у зоні Закарпатського глибинного розлому [2, 5]. Також була розвинута ідея виділення у межах геоморфологічних областей підобластей, яка була започаткована ще у районуваннях кінця 40-х років XX століття [11], а потім продовжена геоморфологами у 90-х роках цього ж століття та перших десятиріччях XXI століття [8, 13, 14]. Узагальнена схема фізико-географічного районування Українських Карпат до таксономічного рівня підобластей на теперішній час набрала такого вигляду, як відображено на рис. 6 [1, 3].

Фізико-географічна область **Передкарпатської передгірної височини**, яка простягається між зовнішніми хребтами Карпат і південно-західною окраїною Подільської височини, сформувалася на Передкарпатському передгірному крайовому прогині. Для зовнішнього краю цієї області характерна виположена поверхня, яка сформована низькими річковими надзаплавними терасами. На межиріччях домінує грядово-горбистий рельєф височин, висоти яких зростають із наближенням до гір.

Частину Передкарпатської височини, що займає простір від кордону з Польщею



Рис. 4. Розподіл територій зайнятих гірськими спорудами Карпат у країнах регіону /

Fig. 4. Distribution of areas occupied by the mountain structures of the Carpathians in the countries of the region



Рис. 5. Уточнена схема фізико-географічного районування Українських Карпат /

Fig. 5. Refined scheme of the physical and geographical zoning of the Ukrainian Carpathians

до русла Свічі з абсолютними висотами, що дуже рідко перевищують 500 м, відносять до підобласті *Прибескидського Передкарпаття*. Підобласті *Пригорганського* (між Свічею і Лючкою) та *Покутсько-Буковинського Передкарпаття* (між Лючкою та українсько-румунським кордоном) характеризуються існуванням у їх межах горбогірних локальних височин із абсолютними висотами до 600 м і вище. Найвищим серед них є Майданське горбогір'я у складі Пригорганського Передкарпаття – гора Клива (855 м).

У межах частини Карпат, яка належить до підпровінції Зовнішніх Східних Карпат, що сформовані на флішовій основі, українські географи виділяють три фізико-географічні області. З Передкарпатською височиною межує область *Зовнішньофлішових Карпат*. В основі її лежить зовнішній край тектонічного поясу Флішових Карпат, а саме Скибова зона, а також антиклінальні складки Бориславсько-Покутського покриву Внутрішньої зони Передкарпатського крайового прогину, які мають флішову основу. Тому назва Зовнішньофлішові Карпати є цілком логічною назвою для цієї фізико-географічної області. Північно-західну її частину, що розташована між державним кордоном і руслом Мізунки (ліва притока Свічі), відносять до підобласті *Українських Східних Бескидів*.

Для неї є характерними відносно невисокі середньогірні хребти з висотами 800–1200 м над рівнем моря, поширення скель-останців. Найвища серед бескидських вершин в Україні гора Магура – 1363 м.

На південний схід від долини ріки Мізунки в області Зовнішньофлішових Карпат простяглися хребти *Скибових Горган*. Вони перетинають смугою шириною 35–40 км течію Прута, а далі помітно звужуються. По долині Акри (ліва притока Лючки) вони вже межують із хребтами Покутсько-Буковинських Карпат. Горганський хребет Ігрець із двома паралельними хребтами утворюють найбільш звужену частину Запрутських Горган, яка опускається до Буківецького перевалу, долини потоку Буквець та Чорного Черемошу. Абсолютні висоти багатьох хребтів Скибових Горган перевищують 1500–1700 м. Зазвичай вони мають досить гострі гребені, конічні вершини та стрімкі схили, які встелені кам'яними розсипами грубоуламкових світло-сірих пісковиків. Гора Сивуля Велика (1836 м) є найвищою вершиною Скибових Горган і всієї фізико-географічної області Зовнішньофлішових Карпат.

Покутсько-Буковинські Карпати простягаються хребтами південно-східного напрямку від долин річок Акри, Лючки, Буківецького перевалу, однойменного потоку та відтинку долини Чорного Черемошу до кордону з Румунією, який проходить течією



Рис. 6. Узагальнена схема фізико-географічного районування Українських Карпат до таксономічного рівня підобластей /
Fig. 6. Generalized scheme of the physical and geographical zoning of the Ukrainian Carpathians down to the taxonomic level of subregions

річки Сучава. Два найвище підняті пасма хребтів Покутсько-Буковинських Карпат мають в основі дві тектонічні скиби Скибової зони. Короткі, здебільшого низькогірні хребти зовнішнього краю фізико-географічної підобласті утворені антиклінальними складками Внутрішньої зони Передкарпатського крайового прогину. Абсолютні висоти їх зазвичай становлять 800–1000 м. Широко поширені у межах всієї підобласті мальовничі скельні останці. Найвища точка усіх Покутсько-Буковинських Карпат гора Лунгул має висоту 1377 м.

Область Вододільно-Верховинських Карпат охоплює центральну знижену частину Флішового тектонічного поясу у межах Українських Карпат. В основі їх лежить Центральна синклінальна (Кросненська) тектонічна зона, яка складена менш щільними пластами дрібноритмічного піщано-глинистого флішу. Це зумовило домінування, особливо у північно-західній та звужені південно-східній частинах фізико-географічної області, низькогірного рельєфу з абсолютними висотами хребтів до 700–900 м. Тільки у центральній частині Кросненської зони, яка зазнала значних піднять та складена відносно твердими пісковиками, сформувалися гірські хребти з висотами до 1700 м і більше.

Назва Вододільно-Верховинські Карпати пов'язана з тим, що тут проходить більша частина Карпатського головного вододілу, який розділяє гірську систему Карпат на два макросхили. У межах Українських Карпат – це північно-східний макросхил, з якого води стікають до річок водозбору Сяну, Дністра, Прута та Сирету. Увесь південно-західний макросхил Українських Карпат належить до водозбору річки Тиси.

Широка смуга низькогір'я на північному заході належить до підобласті *Сянсько-Ріцької Верховини*. Осьовою частиною її простягається Верховинський вододільний хребет із вершинами абсолютною висотою 1300–1400 м (гора Пікуй – 1408 м є найвищою вершиною Львівської області). На знижених відтинках хребта облаштовані автомобільні та пішохідні перевали. Від Торунського перевалу біля верхів'їв річки Мізунки та Ріки до Ясинської улоговини широкою смугою простягається фізико-географічна підобласть *Привододільних* або *Внутрішніх Горбан*. Більшість хребтів підобласті є середньогірними з висотами понад 1500–1700 м. Тут розташована і найвища вершина усієї гірської області Вододільно-Верховинських Карпат гора Братківська (1788 м).

Простір, який зайнятий низькогір'ям (700–950 м) по обидва боки від хребта Братківської і аж до течії річки Сучава на українсько-румунському кордоні, включають до підобласті *Бистрице-Селятиського* низькогір'я. Найвищою тут є вершина гори Довга (1371 м) в околицях курорту Буковель.

Полонинсько-Чорногірські Карпати сформувалися на відкладах Внутрішньофлішової зони тектонічного поясу Зовнішніх Карпат. Масиви поєднують

хребти, які розміщені між глибокими долинами найбільших приток Тиси та Прута. Так, *Полонинська* фізико-географічна підобласть, яка розташована між долинами Прута та Тересви, об'єднує хребти трьох гірських масивів: Полонини Рівної, Полонина Боржави та Полонина Красної. Найвищою з них є Полонина Боржава з вершиною Стій (1681 м), яка розміщена між долинами Латориці та Ріки. Простір між р. Тересвою (водозбір Тиси) та р. Чорний Черемош (водозбір Прута), його лівою притокою – потоком Добрин, займає *Свидовецько-Чорногірська* підобласть. Вона характеризується не тільки найвищими висотами вершин, але широким поширенням давніх льодовикових форм рельєфу – карів, трогових долин, моренних горбів. Долина Чорної Тиси розчленовує підобласть на два масиви – Свидівця і Чорногори. Серед двотисячників Чорногірського масиву найвищою є гора Говерла (2061 м). Значно нижчими від Свидовецько-Чорногірської підобласті є хребти *Гринявсько-Яловичорської підобласті* Полонинсько-Чорногірських Карпат, які займають простір між двома Черемошами (гори Гриняви) та Білим Черемошем і витоками Сучави (гори Яловичори). Масиви характеризуються видовженими звивистими пасмами хребтів, що мають абсолютні висоти до 1600 м. Найвище підіймається вершина Погребина – 1605 м у горах Гриняви. У горах Яловичори гора Яровиця з висотою 1574 м є найвищою точкою Чернівецької області.

До фізико-географічної підпровінції **Внутрішніх Східних Карпат** у межах України належить область **Мармароського кристалічного масиву**, більшість території якої розміщена в Румунії. У межі України вона заходить двома фрагментами Рахівськими та Чивчинськими горами, які у свою чергу можна вважати частинами двох підобластей. *Рахівські гори* або *Гуцульські Альпи* розміщені на схід від долини річки Шопурки і на південь від південних відгалужень хребтів Свидівця та Чорногори. Найвищою у Рахівських горах є скеляста, з великими давніми льодовиковими карами на північному схилі вершина Піп Іван Мармароський (1938 м).

На південний схід від потоку Добрин у верхів'ї Черемошу простяглися *Чивчинські гори*, які є частиною другої підобласті Мармароського кристалічного масиву. Куполоподібні скелясті вершини піднімаються тут до 1700 м над рівнем моря і більше. Серед найвищих – конус давнього згаслого вулкану гора Чивчин (1766 м) та всяяна невеликими скельними останцями із конгломератів вершина Гнатася – 1767 м. Невеличкий мальовничий фрагмент Чивчин розміщений між течіями Сарати та Перкалабу – витоків Білого Черемошу.

Друга фізико-географічна область підпровінції Внутрішніх Східних Карпат у межах України названо **Закарпатським низькогір'ям**. Воно охоплює дві принципово відмінні за будовою підобласті – *Вигорлат-Гутинське вулканічне низь-*

когір'я та складчасте соляно-купольне Угольсько-Солотвинське низькогір'я. До складу першого включають Вигорлат-Гутинське вулканічне пасмо та Березне-Липчанську (Тур'янську) міжгірну долину. У геологічному відношенні міжгірна долина відповідає зоні Закарпатського глибинного розлому. Вулканічне пасмо долинами річок розділене на гірські масиви, що мають власні назви. У масиві Великий Діл розміщена вершина Бужора (1086 м), яка є найвищою у підобласті Вигорлат-Гутинського низькогір'я.

Підобласть Угольсько-Солотвинське низькогір'я займає простір між долиною Тиси на півдні та хребтами масиву Свидовець і західної окраїни Мармароського кристалічного на півночі, між долиною Ріки на заході та нижньою течією Кісви (Косівської) на сході. В основі низькогір'я лежить Солотвинська тектонічна западина Закарпатського крайового прогину, а північної окраїни – зона Мармароських та Пенінських стрімчаків. Западина складена порівняно молодими, винесеними з гір відкладами, які були зім'яті у кінці неогену в невисокі антиклінальні складки. Подекуди вони доповнені соляними куполами. Більшість хребтів низькогір'я у південній частині мають висоти до 500 м, а до північного краю абсолютні висоти зростають до 800 м і більше. Найвища вершина фізико-географічної підобласті та й усього Закарпатського низькогір'я Угольська Плеша (1096 м) знаходиться на антиклінальній складці зони Пенінських стрімчаків. Для рельєфу цієї зони характерні вапнякові скелі-останці, карстові печери, урвища із конгломератів.

Фізико-географічна область **Закарпатської рівнини** обмежена з півночі та сходу перед-

гір'ями Вигорлат-Гутинського вулканічного пасма. Сформувалася рівнина, в основному, у межах Чоп-Мукачівської тектонічної западини, яка є частиною Закарпатського крайового прогину. У південно-західній частині низовини виділяється горстове Берегівське горбогір'я з вершиною Кукля (367 м), яка є найвищою точкою усієї фізико-географічної області Закарпатської рівнини. Північніше горбогір'я простягається гряда утворена конусами похованих під осадовими відкладами згаслих вулканів, серед яких особливо виділяється конусоподібна вершина Шаланський Гельмець висотою 364 м [16]. Більшість простору являє собою терасовану плоску рівнину, поверхня якої поступово знижується від передгір'я, де абсолютні висоти становлять 116–120 м, до долини річки Тиси (105 м біля м. Чоп). Її ще називають Притисенською низовиною.

Висновки. На основі порівняльного аналізу інформації із друкованих наукових праць, картографічних джерел, сучасних довідкових інтернет-ресурсів, результатів власних польових досліджень, узагальнено та охарактеризовано у доступній для вчителів географії закладів загальної середньої освіти формі відомості про тектонічні та геофізичні процеси на просторі Карпатського регіону, підходи до тектонічного та фізико-географічного районування усієї Карпатської гірської країни та її частини у межах території нашої держави. Вважаємо за доцільне, щоб ці підходи знайшли своє відображення у підручниках та атласах з географії для закладів загальної середньої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Волощук М. Д., Гілецький Й. Р. Водно-ерозійні процеси у природних комплексах Українських Карпат : монографія. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2022. 124 с.
2. Гілецький Йосип. Площа Карпатської фізико-географічної країни та Українських Карпат. *Геотуризм: практика і досвід*. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (20–22 жовтня 2022, Львів). Львів : Каменяр, 2022. С.103–105.
3. Гілецький Й. Р., Тимофійчук Н. М. Фізико-географічне районування Українських Карпат для цілей пізнавального туризму. *Географія та туризм* : Науковий збірник, Випуск 53. Київ, 2019. С. 103–109.
4. Гнилко О. М. Тектонічне районування Карпат у світлі терейнової тектоніки. Частина 1. Основні елементи Карпатської споруди. *Геодинаміка*. 2011. №1 (10). С. 47–57.
5. Костів Л. Я. Регіональна фізична географія. Євразія : навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2022. 336 с.
6. Кравчук Я. С. Рельєф Українських Карпат: монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 576 с.
7. Модельна навчальна програма «Географія. 6–9 класи» для закладів загальної середньої освіти (автори Запотоцький С. П., Карпюк Г. І., Гладковський Р. В., Довгань А. І. і ін.). URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/2022/08/15/navchalna.programa-2022.geography-6-9.pdf>. (дата звернення : 20.02.2025).
8. Рахівський район: природа, населення, господарство : навч.-метод. посіб. із професійно орієнтованої практики / за ред. Я. Б. Олійника. Київ : ВПЦ "Київський університет", 2015. 254 с.
9. Рельєф України. Навчальний посібник. / За загальною редакцією В. В. Стецюка. Київ : Видавничий дім «Слово», 2010. 688 с.
10. Divisions of the Carpathians. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Divisions_of_the_Carpathians. (дата звернення : 20.02.2025).

Стаття надійшла до редакції 26.02.2025

Стаття рекомендована до друку 30.03.2025

Hiletskyi Yosyp - Candidate of Sciences in Pedagogy, PhD Associate Professor of the Department of Geography and Natural Sciences Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine; e-mail: yosyp.hiletskyi@pnu.edu.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4680-2765>

FOR GEOGRAPHY TEACHERS ABOUT THE CARPATHIAN MOUNTAIN REGION, THE UKRAINIAN CARPATHIANS, AND MODERN APPROACHES TO THEIR REGIONALISATION

The aim of this article is to characterise modern ideas about tectonic as well as physical and geographical regionalisation of the Carpathian mountain range and its part, located within the territory of our state, in a form accessible to geography teachers and students of secondary education institutions.

The main material. As a result of the conducted research, it is convincingly demonstrated which modern geological research data on the tectonic structure and geological history of the Carpathian mountain range have served as the basis for clarifying the scheme of its physical and geographical zoning, which is widespread in modern reference sources. The main elements of the novelty in zoning, which have not received due attention in the scientific works of Ukrainian geographers, include the attribution of the Serbian Carpathians to the Carpathian mountain range and the division of the physical and geographical province of the Western Carpathians into the Outer Western Carpathians and the Inner Western Carpathians, and the Eastern Carpathians – into the Outer Eastern Carpathians and the Inner Eastern Carpathians. Since the Ukrainian Carpathians include only the part of the physical and geographical province of the Eastern Carpathians that is limited by the modern state borders of Ukraine, the renewal of approaches to zoning should also be reflected in the regionalisation of this part of the mountain range. The article describes the author's revised scheme of the physical and geographical zoning of the Ukrainian Carpathians, which is substantiated by the results of long-term research and published in the materials of scientific and practical conferences, professional periodicals, and monographs.

Conclusions and further research. Familiarising geography teachers with modern ideas about the criteria and peculiarities of regionalisation of the Carpathian mountain range in a specialised periodical is extremely important for the growth of their professional competence and motivation for research.

Keywords: *information and communication competence, reliable sources of additional information, modern ideas about the tectonics of the Carpathian mountain range, taxonomic zoning units, modern schemes of physical and geographical zoning of the Carpathians.*

REFERENCES:

1. Voloshchuk, M. D., Hiletskyi, Yo. R. (2022). Water erosion processes in natural complexes of the Ukrainian Carpathians: monograph. Ivano-Frankivsk: Symphony forte [in Ukrainian].
2. Hiletskyi, Yo. R. (2022). Area of the Carpathian physical and geographical region and the Ukrainian Carpathians. Geotourism: Practice and Experience. Materials of the 5 th International Scientific Practical Conference (October 20–22, 2022, Lviv). Lviv: Kameniar, 103–105 [in Ukrainian].
3. Hiletskyi, Yo. R., Tymofiihuk, N. M. (2019). Physical and geographical zoning of the Ukrainian Carpathians for the purposes of educational tourism. Geography and tourism: Scientific collection, (53). Kyiv, 103–109 [in Ukrainian].
4. Hnylko, O. M. (2011). Tectonic zoning of the Carpathians in the light of terrane tectonics. Part 1. The main elements of the Carpathian structure. Geodynamics, 1 (10), 47–57 [in Ukrainian].
5. Kostiv, L. Ya. (2022). Regional physical geography. Eurasia: Textbook. Lviv: Ivan Franko National University of Lviv [in Ukrainian].
6. Kravchuk, Ya. S. (2021). Relief of the Ukrainian Carpathians: monograph. Lviv: Ivan Franko National University of Lviv [in Ukrainian].
7. Model Curriculum «Geography. Grades 6–9» for General Secondary Education Institutions. (S. P. Zapototskyi, H. I. Karpiuk, R. V. Hladkovskiy, A.I. Dovhan, et al.) (2022). <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/2022/08/15/navchalna.programa-2022.geography-6-9.pdf> [in Ukrainian].
8. Rakhiv district: nature, population, economy: educational and methodological manual on professionally oriented practice (2015). (Editor Ya. B. Oliinyk). Kyiv: Publishing and Printing Centre «Kyiv University» [in Ukrainian].
9. Relief of Ukraine: Textbook (2010). (General Editor V. V. Stetsiuk). Kyiv: Publishing House «Slovo» [in Ukrainian].
10. Divisions of the Carpathians. https://en.wikipedia.org/wiki/Divisions_of_the_Carpathians [in English].

The article was received by the editors 26.02.2025

The article is recommended for printing 30.03.2025

DOI: 10.26565/2075-1893-2025-41-03
УДК 91.528.9

Віліна Пересадько*

д.геогр.наук, професор кафедри фізичної географії та картографії; e-mail: vilinaperesadko@karazin.ua;
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2439-2788>

Олег Дмитриков*

аспірант кафедри фізичної географії та картографії ОНП Науки про Землю; e-mail: oleg.dmytrykov@student.karazin.ua;
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9717-2033>

Андрій Єсіпов*

аспірант кафедри фізичної географії та картографії ОНП Науки про Землю; e-mail: andreyesipov82@gmail.com;
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-0922-6856>

* Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

Вплив природних факторів на точність картографічної візуалізації просторово-часових структур автомобільних шляхів України

Мета статті – проаналізувати вплив основних природних факторів, рельєфу місцевості, гідрологічних умов, кліматичних (погодних) явищ та рослинного покриву, на точність картографічної візуалізації автомобільних шляхів України.

Основний матеріал. Поняття точності картографічної візуалізації розглядається в широкому спектрі факторів – не лише як геометрична точність візуалізації, але і як повнота, своєчасність/оперативність і достовірність інформації. В статті проведено порівняльний аналіз змісту і умовних позначень автомобільних шляхів за нормативними документами Європи, США, Канади і України. Встановлено, що зображувальні засоби на картах різних країн схожі між собою, легко піддаються ідентифікації і схожі за параметрами. Водночас виявлено, що не тільки на традиційних, а й на електронних навігаційних картах автомобільних доріг представлених сервісами Google Maps та OpenStreetMap відсутня інформація про природні ландшафти і їх складові (рельєф, гідрографічні умови, рослинність), а також про погодно-кліматичні умови, які мають безпосередній вплив на точність картографічної візуалізації. Названо основні параметри, які слід враховувати при створенні навігаційних карт і карт автошляхів в Україні.

Висновки. Проведене дослідження дозволяє зробити наступні висновки: - поняття точності карт значно ширше поняття геометричної точності; - природні фактори (рельєф, гідрографія, погодно-кліматичні умови, рослинність) суттєво впливають на показники інформативності карт автомобільних шляхів; - в навігаційних електронних сервісах необхідно подавати шари 3D рельєфу, оперативну інформацію про динамічні гідрологічні умови, небезпечні погодні умови, а також про ділянки доріг з рослинністю, що перекриває видимість дороги; - потрібен науково обґрунтований стандарт (настанови, інструкції), що визначатимуть, які саме природні дані повинні бути присутні на електронних картах доріг і з якою періодичністю мають оновлюватися ці дані.

Ключові слова: автомобільні шляхи, точність карт, картографічна візуалізація, природні фактори, підтоплення, паводки, гідрометеорологічні умови, небезпечні погодні умови, природні ландшафти, рослинність, умовні знаки, легенди карт, Google Maps, OpenStreetMap.

Як цитувати: Пересадько В., Дмитриков О., Єсіпов А. Вплив природних факторів на точність картографічної візуалізації просторово-часових структур автомобільних шляхів України. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2025. Вип. 41. С. 27–34. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2025-41-03>

In cites: Peresadko, V., Dmytrykov, O., Yesipov, A. (2025). Influence of natural factors on the accuracy of cartographic visualization of space-time structures of automobile roads of Ukraine. *The problems of continuous geographical education and cartography*, (41), 27–34. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2025-41-03> (in Ukrainian)

Вступ. Сучасні карти автомобільних шляхів мало чим відрізняються від карт десяти-двадцяти річної давності. Умовні знаки фактично залишилися без змін і здебільшого відображають характеристики напрямку, довжини, ширини, покриття і класифікацію дороги. Традиційно вважається, що оскільки дороги на картах показують лінійними умовними знаками, то довжину дороги можна виміряти і ця величина є масштабним знаком, а ширина дороги передається позамасштабним знаком. Але це не зовсім так і довжина дороги, точніше її горизонтальне прокладення, як показали наші дослідження, не завжди відповідає реальним розмірам [3]. Тому коли мова йде про шляхи сполучення, зокрема автомобільні дороги, особливо гостро виступає питання точності картографічної візуалізації. І мова не тільки про геометричну точність, а й про точність і повноту відображення інформації про умови руху. Класичні картографічні платформи на кшталт Google Maps чи OpenStreetMap наразі не враховують у повній мірі природні фактори, що впливають на дороги. Це означає, що інформація про погодні умови, рельєф, гідрографію, рослинність вздовж шляхів зазвичай відсутня або подається несистематично. Як наслідок, виникає розрив між ситуацією на місцевості та її відображенням на карті.

Метою даної статті є проведення аналізу впливу основних природних факторів, рельєфу місцевості, гідрографічних умов, кліматичних (погодних) явищ та рослинного покриву, на точність картографічної візуалізації автомобільних шляхів України.

Вихідні передумови. Коли ми говоримо про точність картографічної інформації, то маємо на увазі не тільки геометричні параметри – довжину і ширину, але всю повноту інформації: її сучасність, достовірність, повноту. Ми проаналізували умовні знаки доріг різних країн Європи, Сполучених Штатів Америки, Канади і порівняли їх з умовними знаками вітчизняних карт. Ситуація доволі втішна, коли мова йде про графіку, бо розпізнаваність умовних знаків доріг дуже висока, а умовні знаки дуже подібні (табл.1).

Як бачимо, в умовних знаках автодоріг різних країн не передбачено інформацію про природні умови проходження трас. Та й картографувати такі речі на загально географічних картах доволі складно, а в класичній картографії і неможливо. Інша мова, коли йдеться про сучасні програмні продукти, в тому числі навігаційні.

Проблема врахування природних умов у транспортному картографуванні перебуває на стику наук про Землю та інженерно-ІТ дисциплін. З одного боку, фахівці з географії, геоінформатики та геодезії досліджують, як природні особливості території впливають на транспортну мережу та її функціонування. З іншого боку – спеціалісти з картографування та інформаційних технологій розробляють методи відображення цих особливостей у

геоінформаційних системах (ГІС) та навігаційних сервісах. Традиційно основна увага приділялась метричній точності відображення доріг – наприклад, правильному нанесенню траси на карту при топографічному зніманні. Таке традиційне картографування автомобільних шляхів виконувалося методами наземної зйомки та фотограмметрії з метою створення топографічних карт заданого масштабу. Проте сучасні дослідники наголошують, що цього недостатньо для забезпечення потреб керування дорожнім рухом та безпеки. Так Віталій Зацерковний та ін. зазначають, що класичні моделі не дозволяють врахувати комплекс факторів транспортно-експлуатаційного стану дорожньої мережі, які можуть бути проаналізовані лише із застосуванням ГІС-технологій [2]. Іншими словами, для підвищення ефективності та безпечності транспортних систем необхідно інтегрувати в карти різноманітні дані про стан доріг і довкілля. На це свого часу звернув увагу Григорій Денисик, аналізуючи придорожні ландшафти за геоморфологічним підходом, тобто коли при картографуванні береться до уваги рельєф (заплавні, схилі, вододільні, останцево-вододільні дороги) [1].

Аналізуючи фактори, які впливають на неточність/неповноту картографічної інформації про автомобільні шляхи ми згрупували їх у три групи:

1. Організаційно-регуляторні:

- Стандарти (ISO, ДСТУ та ін.);
- Рівень освіти, компетенції, професіоналізм).

2. Природні:

- Рельєф;
- Гідрографія;
- Клімат;
- Рослинність.

3. Технологічні:

- Процеси збору вихідної інформації (геодезичні методи, методи ДЗЗ, GPS-вимірювання, лазерне сканування тощо);

- Процеси передачі інформації (картографічні умовні знаки, математичні основи, генералізація тощо).

В цій статті ми б хотіли зупинитись саме на природних факторах, які впливають на точність карт в широкому розумінні цього слова. Безумовно, **рельєф місцевості** є одним з ключових природних чинників, що впливає на просторові параметри доріг. Ігнорування вертикальної складової може спричиняти помилки у вимірюванні протяжності та оцінці стану шляхів. Наприклад, довжина дороги по схилу перевищує горизонтальну проекцію; при крутих ухилах різниця може сягати суттєвих величин. Зарубіжні дослідження кількісно оцінили цю похибку: зокрема, Prah R. і Shortridge A. встановили, що при середньому ухилі дороги $\sim 30^\circ$ її фактична довжина приблизно на 20% перевищує планову (горизонтальну) довжину [10]. Це підкреслює необхідність враховувати цифрову модель рельєфу (ЦМР)

Таблиця 1/Table 1

Порівняння графічного зображення автодоріг на топографічних картах різних країн
Comparison of the graphic representation of roads on topographic maps of different countries

Країна	Офіційна легенда / масштаб	Вигляд умовного знака	Пояснення до умовного знака	Характеристика дороги
Німеччина	ATKIS-Signaturenkatalog [4]		Федеральна автомагістраль	Не розділена
				Має окремі проїзні частини
			Державна дорога або національна дорога	Не розділена
				Має окремі проїзні частини
			Районна дорога	Не розділена
				Має окремі проїзні частини
США	USGS Topographic Map Symbols (усі масштаби) [11]		Головна автомагістраль	
			Другорядна автомагістраль	
			Автомагістраль або дорога з роздільною смугою	
Франція	IGN Signes conventionnels [7]		Головна автомагістраль	з двома розділеними проїзними частинами
				дві широкі смуги й більше
				дві вузькі смуги
			Другорядна автомагістраль	з двома розділеними проїзними частинами
				дві широкі смуги й більше
				дві вузькі смуги
			Некласифікована	з двома розділеними проїзними частинами
				дві широкі смуги й більше
				дві вузькі смуги
Польща	Instrukcja techniczna K-2 / Каталог знаків (1 : 10 000 – 1 : 50 000) [14]		Автомагістраль	
			Швидкісна дорога з розділеними проїзними частинами (двух'ярусна)	
			Дорога з твердим покриттям шириною понад 7 м	
			Дорога з твердим покриттям шириною від 3 до 7 м	
			Дорога з укріпленим покриттям або дорога з твердим покриттям шириною менше 3 м	
Канада	CanTopo Map Standards 1 : 50 000 (NTS) + пам'ятка Topographic Maps — The Basics [8]		Дорога А: тверде покриття, більше 2 смуг руху	Всесезонна дорога з роздільною смугою або без неї
			Дорога В: тверде покриття, 2 смуги	Всесезонна дорога
			Дорога С: тверде покриття, менше 2 смуг руху	Тверда дорога, всесезонна, основна функція — це забезпечення доступу для видобутку ресурсів
			Дорога D: пухке покриття, 2 смуги руху або більше	Стабілізована поверхня, всесезонна дорога
			Дорога E: пухке покриття, менше 2 смуг руху	Всесезонна дорога
			Дорога F: пухке покриття, суха погода	Підходить для використання лише в суху погоду

Велика Британія	Ordnance Survey 50k Raster Legend / Explorer Legend [9]		Автомобільна дорога (з двостороннім рухом)	
			Основні шляхи	Транзитні маршрути, що доповнюють систему автомобільних доріг
			Головна дорога	
			Другорядна дорога	
			Дорога більше 4 м завширшки	
			Дорога менше 4 м завширшки	
			Інша дорога, під'їзд або проїзд	
Україна	«Умовні знаки для топографічних карт 1 : 10 000» (державний стандарт) [12]		Автомобільна дорога	
			Дорога з удосконаленим покриттям	
			Дорога з покриттям	
			Дорога без покриття (покращена ґрунтова дорога)	

під час картографування автошляхів. Окрім довжини, рельєф впливає на характеристики руху – круті підйоми й спуски обмежують швидкість, збільшують гальмівний шлях, що є критичною інформацією для безпеки. Таким чином, відображення висотного профілю дороги або принаймні корекція розрахунків з урахуванням рельєфу є важливим аспектом точності картографічної візуалізації. Сучасні технології дають змогу вирішити це завдання: лазерне сканування (LiDAR) з високою щільністю точок дозволяє отримувати детальний рельєф з точністю до кількох сантиметрів, що значно підвищує якість моделей дорожньої мережі. В Україні такі технології починають впроваджуватися, хоча поки що переважно для проектування та будівництва доріг, а не для публічних навігаційних сервісів.

Другим природним фактором, який впливає на точність і повноту картографічної інформації є **гідрографічні**. Вони можуть мати сталий характер (річки, водойми вздовж доріг, мости з їх параметрами тощо) і доволі повно представлені в умовних знаках в розділах про гідротехнічні об'єкти, об'єкти водного транспорту та водопостачання. А можуть бути динамічними (паводки, підтоплення) і не мати відображення на картах, особливо на картах навігаційних. Не можна стверджувати, що в світі не існує практики відображення паводків, безумовно є, але такі широко використовувані системи як, наприклад, Google Maps чи OpenStreetMap не мають такої опції, між тим, такі події можуть повністю блокувати рух на окремих ділянках шляхів (затоплення мостів, розмив доріг тощо). Оперативна картографічна візуалізація підтоплених зон є науково-технічним викликом, який почали вирішувати за кордоном. Наприклад, у США реалізовано інтеграцію системи прогнозування повеней FloodMapp з навігаційним

додатком Waze: це дозволяє в реальному часі позначати на карті затоплені вулиці та автоматично попереджати водіїв про небезпеку. Така система поєднує дані про опади, рівень води у річках та припливи, моделює зону затоплення, накладає її на дорожню мережу в GIS і транслює на карту навігатора. У результаті користувачі отримують спливаючі попередження і можуть вчасно об'їхати небезпечну ділянку. За даними Національної метеорологічної служби США, повені є серед лідерів причин смертності на дорогах, причому 58% летальних випадків, пов'язаних із паводками в 2011–2020 роках, сталися у транспортних засобах. Це підкреслює важливість врахування гідрологічних факторів у навігаційних картах для підвищення безпеки руху. В Україні питання оперативного відображення підтоплень стоїть особливо гостро під час весняних повеней та раптових злив, однак поки що такі дані на дорожніх картах практично не представлені.

Третім природним фактором, що має просторово-часовий характер і впливає на повноту і точність карт автомобільних доріг є **кліматичні та метеорологічні умови**. Йдеться, насамперед про небезпечні і стихійні явища: інтенсивні опади (дощ, сніг), ожеледь, туман, сильний вітер, екстремальні температури тощо. Ці фактори безпосередньо не змінюють геометрію дороги, але суттєво впливають на умови руху (коефіцієнт зчеплення, видимість, безпеку). Наявні навігаційні сервіси майже не враховують погоду при прокладанні маршрутів: дослідники відзначають, що відсутність інтеграції актуальних погодних даних є помітним недоліком сучасних цифрових навігаторів. У наукових роботах останніх років запропоновано підходи до подолання цього недоліку. Зокрема, Ye X. та ін. розробили прототип навігаційної системи, що підключається

до метеорологічних API (наприклад, OpenWeather) і динамічно відображає на маршруті інформацію про поточні погодні умови: температуру, опади, вітер, атмосферний тиск [13]. Система оцінює ризики для кожної ділянки дороги залежно від погоди (скажімо, ожеледь чи злива) і пропонує оптимальні маршрути з урахуванням цих факторів. Деякі країни запроваджують комплексні дорожні метеосистеми (Road Weather Information Systems, RWIS), які збирають дані з дорожніх метеостанцій і сенсорів покриття, та інтегрують їх у ГІС для підтримки рішень щодо закриття трас, введення обмежень швидкості тощо [5]. В Україні подібні системи поки що знаходяться на початкових етапах впровадження, але очевидно, що їх розвиток і підключення до публічних карт значно покращили б актуальність картографічної інформації.

Ще одним природним фактором, який впливає на якість і точність картографічної візуалізації є **рослинний покрив вздовж доріг** (придорожня рослинність) – фактор, який часто недооцінюють у контексті картографічної точності, але він впливає як на безпеку руху, так і на можливість дистанційного зондування шляхів. Зелені насадження виконують низку позитивних функцій: захищають дороги від ерозії ґрунтів, зменшують заметільні переноси снігу, знижують засліплення фарами зустрічних авто, створюють шумові бар'єри тощо. Водночас, занедбана або надлишкова рослинність може стати причиною аварійної небезпеки. Кущі та трав'янисті зарості на перехрестях і виїздах можуть закривати огляд водіям (рис.1, а, б), а дерева біля узбіч підвищують ризик важких наслідків при з'їзді авто з дороги.

За дослідженнями польських учених, серед ДТП, спричинених зовнішніми (недорожніми) умовами, найбільшу частку складають зіткнення з деревами на узбіччі. Придорожні зарості також можуть приховувати дорожні знаки, перехожих або тран-

спорт, що наближається, як про це свідчать практичні випадки [6].

В умовах війни в Україні проблема загострилася: на багатьох дорогах через воєнний стан і брак ресурсів служби шляхового догляду не здійснюють регулярне скошування трави та кронування дерев. Як наслідок, утворилися ділянки з метровими бур'янами, що повністю блокують огляд при виїзді з другорядних доріг, що вже призводило до ДТП.

Ці обставини наразі майже не відображаються на картах – жоден навігатор не попередить водія про те, що за поворотом йому може заважати стіна з рослинності. У науковій літературі питання врахування рослинності в геоінформаційних системах піднімається переважно в контексті дистанційного зондування (наприклад, корекція супутникових знімків доріг від затінення кронами дерев) та екологічного моніторингу. Разом з тим, є й роботи, що прямо пов'язують цей фактор із безпекою дорожнього руху. У статті Коцур-Бера та Дудзінської наголошується на тому, що грамотне управління придорожніми насадженнями (дотримання стандартів щодо відстані дерев від краю дороги, висоти трави тощо) дозволяє зберегти позитивний ефект від рослинності та мінімізувати ризики для водіїв [6]. Це означає, що інформація про придорожню рослинність теж може розглядатися як складова актуальності картографічних даних про дорогу.

Врахування природних факторів у картографічній візуалізації доріг – це не лише питання інженерної точності, а й питання безпеки та комфорту людей. Дороги – динамічна система, що взаємодіє з навколишнім ландшафтом, і карта повинна цю взаємодію відображати. Україна, з її різноманітними природними умовами та сучасними викликами (воєнними і кліматичними), має всі підстави стати одним з лідерів у впровадженні інноваційних картографічних рішень. Це сприятиме і зниженню ава-



а



б

Рис. 1. Вплив рослинності на безпеку руху на автодорогах:
зарослі кущів (а) і некронованих дерев (б) на поворотах доріг (авторське фото) /
Fig. 1 The impact of vegetation on road safety:
overgrowth of bushes (a) and bare trees (b) on road bends (author's photo)

рійності, і підвищенню ефективності перевезень, а головне – збереже життя та здоров'я учасників руху, надаючи їм повну та актуальну картину дорожньої обстановки в будь-який момент часу.

Висновки. Природні фактори відіграють значну роль у формуванні просторово-часових структур автомобільних шляхів та умов руху на них. Проведене дослідження дозволяє зробити наступні висновки:

– *Традиційне розуміння точності карт* (як метричної точності) є вузьким для сучасних потреб навігації. Точність картографічної візуалізації доріг повинна трактуватися розширено і включати відповідність актуальному стану місцевості, повноті відображених характеристик та своєчасності оновлення даних. Природні фактори (рельєф, гідрографія, погодно-кліматичні умови, рослинність) суттєво впливають на показники інформативності карт автомобільних шляхів.

– *Рельєф* впливає на довжину та параметри доріг, особливо в гористій місцевості. Неврахування рельєфу веде до несистематичної індивідуальної похибки (до десятків відсотків) у вимірюванні відстаней. Для підвищення точності необхідно інтегрувати цифрові моделі рельєфу в навігаційні системи та застосовувати високотехнологічні методи зйомки (наприклад, LiDAR) для актуалізації висотних даних.

– *Гідрографічні явища* (насамперед паводки, підтоплення) здатні кардинально змінювати прохідність доріг у короткі проміжки часу. Нинішні карти практично їх не відображають, що створює ризики для користувачів. Зарубіжний досвід (США,

Австралія та ін.) демонструє ефективність *оперативного картографування повеней* – автоматичного оновлення карт на основі прогнозів і сенсорних даних. Українським фаховим інституціям варто розвивати аналогічні рішення, зокрема через співпрацю між ДСНС та розробниками карт.

– *Погодно-кліматичні умови* є критичним часовим фактором, що впливає на безпеку руху. Відсутність в навігаторах інформації про погодні умови, насамперед несприятливі, визнана суттєвим недоліком. Інтеграція в карти реальних даних про опади, ожеледь, туман тощо підвищує їх цінність для водіїв і може запобігти багатьом аварійним ситуаціям. Це підтверджується як науковими дослідженнями, так і практикою дорожніх служб за кордоном.

– *Рослинний покрив* та супутні фактори (видимість, перешкоди) наразі майже не враховані в цифрових картах, хоча мають безпосередній вплив на оглядовість панорами, відповідно і на ризик зіткнення. Необхідно розробити методики обліку цього фактора – від додавання відповідних атрибутів у бази даних до використання краудсорсингових повідомлень про зарості чи повалені дерева.

– *Відсутність регламентації* інтеграції природних факторів у картографічні системи гальмує їх впровадження. Потрібен науково обґрунтований стандарт (настанови, інструкції), що визначатимуть, які саме природні дані повинні бути присутні в електронних картах доріг і з якою періодичністю оновлюватися. Встановлення таких вимог на рівні ДСТУ та відомих інструкцій забезпечить системність підходу і сумісність даних різних служб.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Денисик Г. І., Вальчук-Оркуша О. М. Класифікація і оптимізація дорожніх ландшафтів. *International Scientific and Practical Conference "WORLD SCIENCE"*. 2017. Вип. 8 (24). Т. 2. С. 7–11. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/442959.pdf> (дата звернення: 16.01.2025).
2. Зацерковний В. І., Тишаєв І. В., Кобрін О. В. Побудова моделі транспортно-дорожньої мережі Чернігівської області за допомогою геоінформаційних технологій. *Наукоємні технології*. 2016. Вип. 2(30). С. 162–168. URL: <https://jrn1.nau.edu.ua> (дата звернення: 16.01.2025).
3. Пересадько В., Дмитриков О., Джос А. Аналіз точності картографічної інформації (на прикладі відображення автомобільних шляхів України і США). *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2024. Вип. 40, С. 32–44. URL: <https://periodicals.karazin.ua/pbgok/article/view/25866/23232> (дата звернення: 16.01.2025).
4. AAA-Signaturen-katalog 2.0 : [Electronic resource]. Karlsruhe : Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland. URL: <https://www.adv-online.de/GeoInfoDok/Signaturen-kataloge/AAA-Signaturen-katalog-2.0/> (Last accessed: 16.01.2025).
5. FloodMapp. RISE Update: FloodMapp launches integration with Waze helping reroute drivers in Virginia, USA. [Electronic resource]. 2022. URL: <https://floodmapp.com> (Last accessed: 16.01.2025).
6. Kocur-Bera K., Dudzińska M. Roadside vegetation – the impact on safety. *Engineering for Rural Development : Proceedings of the 14th International Scientific Conference* (Jelgava, Latvia, 2015). Jelgava : Latvia University of Life Sciences and Technologies. 2015. P. 594–600. URL: <https://iitf.lbtu.lv> (Last accessed: 16.01.2025).
7. Légende des cartes IGN au 1 : 25 000 : [Electronic resource]. Paris: Institut national de l'information géographique et forestière. URL: <https://cheminscreux.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/02/lc3a9gende-des-cartes-ign-au-1-25000c3a8me.pdf> (Last accessed: 16.01.2025).
8. M103-3-2-2014 / Natural Resources Canada. Ottawa: NRCAN, 2014. URL: https://publications.gc.ca/collections/collection_2016/rncan-nrcan/M103-3-2-2014-eng.pdf (Last accessed: 16.01.2025).
9. Ordnance Survey. 50 k raster legend: [Electronic resource]. Southampton: Ordnance Survey. URL: <https://www.ordnancesurvey.co.uk/documents/product-support/support/50k-raster-legend.pdf> (Last accessed: 16.01.2025).
10. Prah K., Shortridge A. M. Vertical vs. Horizontal Fractal Dimensions of Roads in Relation to Relief Characteristics. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2023. Vol. 12, No 12. Article 487. <https://doi.org/10.3390/ijgi12120487> (Last accessed: 16.01.2025).

11. Topographic Map Symbols / U.S. Geological Survey. Reston: USGS. URL: <https://pubs.usgs.gov/gip/TopographicMapSymbols/topomapsymbols.pdf> (Last accessed: 16.01.2025).
12. Umovni znaky 1 : 10 000 (CT 496-528) / Головний інститут геодезії і картографії. Київ: ГІК. URL: https://gki.com.ua/files/uploads/documents/Norms/Ukrgeodesykart_norms/Um_znaki_10000_St496_528.pdf (дата звернення: 16.01.2025).
13. Ye X., Li S., Das S., Du J. Enhancing route selection with real-time weather data integration in spatial decision support systems. *Spatial Information Research*. 2024. Vol. 32. P. 373–381. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41324-023-00577-7> (Last accessed: 16.01.2025).
14. Zasady redakcji map w skali 1 : 50 000. Warszawa: Główny Urząd Geodezji i Kartografii, 1998. URL: https://opendata.geoportal.gov.pl/PrzepisyHistoryczne/Wytyczne/K2.2_Zasady_redakcji_map_w_skali_50000_1998.pdf (Last accessed: 16.01.2025).

Стаття надійшла до редакції 17.01.2025

Стаття рекомендована до друку 27.02.2025

Peresadko Vilina - Doctor of Geographical Sciences, Professor, Professor of the Department of Physical Geography and Cartography. The Faculty of Geology, Geography, Recreation and Tourism V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine e-mail: vilinaperesadko@karazin.ua; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2439-2788>

Dmytrykov Oleg - PhD (Earth's Sciences) Student. The Faculty of Geology, Geography, Recreation and Tourism. V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine; e-mail: oleg.dmytrykov@student.karazin.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9717-2033>

Yesipov Andrey - PhD (Earth's Sciences) Student. The Faculty of Geology, Geography, Recreation and Tourism. V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine; e-mail: andreyesipov82@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-0922-6856>

INFLUENCE OF NATURAL FACTORS ON THE ACCURACY OF CARTOGRAPHIC VISUALIZATION OF SPACE-TIME STRUCTURES OF AUTOMOBILE ROADS OF UKRAINE

The purpose of the article is to analyze the influence of the main natural factors, topography, hydrographic conditions, climatic (weather) phenomena and vegetation on the accuracy of cartographic visualization of highways in Ukraine.

Main material. The concept of accuracy of cartographic visualization is considered in a wide range of factors - not only as geometric accuracy of visualization, but also as completeness, timeliness/efficiency and reliability of information. The article presents a comparative analysis of the content and conventional designations of highways in regulatory documents of Europe, the USA, Canada and Ukraine. It was found that the means of representation on maps of different countries are similar to each other, easily identifiable and similar in parameters. At the same time, it was found that not only traditional, but also electronic navigation maps of highways presented by Google Maps and OpenStreetMap services lack information about natural landscapes and their components (relief, hydrographic conditions, vegetation), as well as about weather and climatic conditions that have a direct impact on the accuracy of cartographic visualization. The main parameters that should be taken into account when creating navigation maps and highway maps in Ukraine are mentioned.

Conclusions. Natural factors play a significant role in shaping the spatiotemporal structures of highways and traffic conditions on them. The study allows us to draw the following conclusions: 1. The traditional understanding of map accuracy (as metric accuracy) is narrow for modern navigation needs; 2. Natural factors (relief, hydrography, weather and climatic conditions, vegetation) significantly affect the information content of road maps; 3. To increase the accuracy of maps, it is necessary to integrate digital terrain models into navigation systems and apply high-tech survey methods (for example, LiDAR) to update elevation data; 4. Ukrainian professional institutions should, through cooperation between the State Emergency Service and map developers, develop solutions for reflecting the threat of floods and roadway flooding; 5. Integrating real-world data on hazardous weather conditions and phenomena into maps will increase their value for drivers and can prevent many accidents, as confirmed by both scientific research and the practice of road services abroad; 6. The display of vegetation cover, as one of the hazardous natural factors, is not taken into account on digital maps, and therefore it is necessary to develop methods for its accounting - from adding relevant attributes to databases to using crowdsourced reports about thickets or fallen trees; 7. The lack of regulation of the integration of natural factors into cartographic systems hinders their implementation. A scientifically based standard (guidelines, instructions) is needed that will determine what natural data should be present in electronic road maps and with what frequency they should be updated. Establishing such requirements at the level of State Standards and departmental instructions will ensure a systematic approach and compatibility of data from different services.

Keywords: *highways, map accuracy, cartographic visualization, natural factors, flooding, floods, hydrometeorological conditions, hazardous weather conditions, natural landscapes, vegetation, symbols, map legends, Google Maps, OpenStreetMap.*

REFERENCES:

1. Denysyk, G. I., Valchuk-Orkusha, O. M. (2017). Classification and optimization of road landscapes. *International Scientific and Practical Conference "WORLD SCIENCE"*, 8 (24), Vol. 2, 7–11. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/442959.pdf> [in Ukrainian].
2. Zatserkovnyi, V., Tishaiev, I., & Kobrin, O. (2016). Pobudova modeli transportno-dorozhnoi merezhi Chernihivskoi oblasti za dopomohoiu heoinformatsiinykh tekhnolohii. *Naukoiemni tekhnolohii*, 2(30), 162-168. URL: jrnل.nau.edu.ua [in Ukrainian].

3. Peresadko, V., Dmytrykov, O., Dzhos, A. (2024). Analysis of the accuracy of mapping information (using the example of motorway mapping in Ukraine and the USA). The problems of continuous geographical education and cartography, (40), 32–44. URL: <https://periodicals.karazin.ua/pbgok/article/view/25866/23232> [in Ukrainian].
4. AAA-Signaturenkatolog 2.0 : [Electronic resource]. Karlsruhe : Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland. URL: <https://www.adv-online.de/GeoInfoDok/Signaturenkatologe/AAA-Signaturenkatolog-2.0/> [in German].
5. FloodMapp. RISE Update: FloodMapp launches integration with Waze helping reroute drivers in Virginia, USA. 2022. <https://floodmapp.com> [in English].
6. Kocur-Bera, K., Dudzińska, M. (2015). Roadside vegetation – the impact on safety. *Engineering for Rural Development : Proceedings of the 14th International Scientific Conference* (Jelgava, Latvia, 2015). Jelgava : Latvia University of Life Sciences and Technologies. 594–600. URL: <https://iitf.lbtu.lv> [in English].
7. Légende des cartes IGN au 1 : 25 000 : [Electronic resource]. Paris: Institut national de l'information géographique et forestière. URL: <https://cheminscreux.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/02/lc3a9gende-des-cartes-ign-au-1-25000c3a8me.pdf> [in French].
8. M103-3-2-2014 / Natural Resources Canada. Ottawa: NRCAN, 2014. URL: https://publications.gc.ca/collections/collection_2016/rncan-nrcan/M103-3-2-2014-eng.pdf [in English].
9. Ordnance Survey. 50 k raster legend: [Electronic resource]. Southampton: Ordnance Survey. URL: <https://www.ordnancesurvey.co.uk/documents/product-support/support/50k-raster-legend.pdf> [in English].
10. Prah K., Shortridge A. M. (2023). Vertical vs. Horizontal Fractal Dimensions of Roads in Relation to Relief Characteristics. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 12 (12). Article 487. <https://doi.org/10.3390/ijgi12120487> [in English].
11. Topographic Map Symbols / U.S. Geological Survey. Reston: USGS. URL: <https://pubs.usgs.gov/gip/TopographicMapSymbols/topomapsymbols.pdf> [in English].
12. Umovni znaky 1 : 10 000 (CT 496-528) / Main Institute of Geodesy and Cartography. Kyiv: MIGC. URL: https://gki.com.ua/files/uploads/documents/Norms/Ukrgeodesykart_norms/Um_znaki_10000_St496_528.pdf [in Ukrainian].
13. Ye X., Li S., Das S., Du J. (2024). Enhancing route selection with real-time weather data integration in spatial decision support systems. *Spatial Information Research*. (32). 373–381. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41324-023-00577-7> [in English].
14. Zasady redakcji map w skali 1 : 50 000. Warszawa: Główny Urząd Geodezji i Kartografii, 1998. URL: https://opendata.geoportal.gov.pl/PrzepisyHistoryczne/Wytyczne/K2.2_Zasady_redakcji_map_w_skali_50000_1998.pdf [in Polish].

The article was received by the editors 17.01.2025

The article is recommended for printing 27.02.2025

DOI:10.26565/2075-1893-2025-41-04
УДК 528.9:004.77]:719(477)

Степан Репехович

аспірант кафедри картографії та геопросторового моделювання;

e-mail: stepandid2@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6006-2428>

Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери 12, м. Львів, 79013, Україна

Вебкартографія як засіб збереження та популяризації історико-культурної спадщини

Мета статті. Обґрунтувати необхідність створення вебсервісу інтерактивних карт постмілітарних об'єктів, визначити концептуальні й технологічні засади його реалізації та продемонструвати потенціал вебкартографії для збереження, популяризації й інтеграції історико-культурної спадщини у цифровий простір.

Основний матеріал. У сучасних умовах цифровізації створення інтерактивного вебсервісу для відображення постмілітарних об'єктів Львівської області є важливим засабом збереження, популяризації та забезпечення доступу до історико-культурної спадщини. Постмілітарні об'єкти є цінним джерелом історичної інформації, однак дані про них часто залишаються несистематизованими та складними для доступу. Вебкартографія дозволяє інтегрувати просторові й тематичні дані на платформі, яка поєднує візуалізацію, інформативність та інтерактивність.

Технічна реалізація вебсервісу базується на сучасному стеку технологій: Angular 18 для клієнтської частини, ASP.NET 8 для серверної частини та MSSQL для управління даними.

База даних вебсервісу організована за реляційним принципом, включаючи таблиці для зберігання географічних координат, текстової інформації, мультимедійних матеріалів і типології об'єктів. Зв'язок «один до багатьох» між таблицями забезпечує інтеграцію маркерів із фотографіями, що сприяє збагаченню візуального представлення даних.

Інтерактивний інтерфейс сервісу дозволяє користувачам взаємодіяти з картою, відображати об'єкти за вибраними критеріями, переглядати пов'язаний контент і прокладати маршрути. Інтеграція NetTopologySuite забезпечує ефективне опрацювання просторових даних, таких як координати об'єктів і маршрути.

Запропонований вебсервіс вирішує проблему систематизації даних, об'єднуючи їх у єдиній платформі, зручній для дослідників, освітян, туристів і широкого загалу.

Висновки. Розробка вебсервісу для інтерактивного відображення постмілітарних об'єктів Львівської області спрямована на збереження, популяризацію та інтеграцію історико-культурної спадщини у цифровий простір. Завдяки використанню сучасного стеку технологій (Angular 18, ASP.NET 8, MSSQL) сервіс забезпечує інтерактивність, продуктивність та зручний доступ до систематизованої інформації, включаючи фільтрацію, 3D-моделі та просторовий аналіз. Вебсервіс вирішує проблему несистематизованості даних, забезпечуючи нові можливості для дослідження, збереження та популяризації постмілітарних об'єктів.

Ключові слова: постмілітарні об'єкти, вебсервіс, вебкартографія, інтерактивність, історико-культурна спадщина, цифровізація, база даних, реляційна модель, просторові дані, інтеграція, візуалізація.

Як цитувати: Репехович С. Вебкартографія як засіб збереження та популяризації історико-культурної спадщини. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2025. Вип. 41. С. 35–46. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2025-41-04>

In cites: Repekhovich, S. (2025). Web mapping as a tool for preservation and promotion of historical and cultural heritage. *The problems of continuous geographical education and cartography*, (41), 35–46. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2025-41-04> (in Ukrainian)

Вступ. У сучасних умовах зростаючого інтересу до історико-культурної спадщини, зокрема до постмілітарних об'єктів, виникає потреба у створенні платформ, які б інтегрували інформацію про такі об'єкти, сприяли їх збереженню та популяризації. Постмілітарні об'єкти – військові об'єкти різного призначення (лінії оборони, фортифікаційні споруди, об'єкти протиповітряної оборони тощо), які з часом втратили стратегічне значення і були ліквідовані або закинуті [2]. Постмілітарні об'єкти, як частина історико-культурної спадщини, є не лише важливим джерелом історичних знань, але й значущим ресурсом для розвитку туризму, освітніх та наукових ініціатив, а також для формування глибшого розуміння історії та ідентичності регіону.

Створення вебсервісу для інтерактивного відображення постмілітарних об'єктів Львівської області ґрунтується на досягненнях вебкартографії та програмування. У сучасних умовах розвитку цифрових технологій інтерактивні карти стали важливим інструментом для представлення, систематизації та аналізу просторових даних. Вебкартографія дозволяє не лише візуалізувати інформацію, але й забезпечити її інтерактивність, що значно покращує користувацький досвід і робить дані доступними для широкого загалу.

Особливої актуальності проєкт набуває у контексті популяризації культурної спадщини за допомогою вебкартографії. Постмілітарні об'єкти, розташовані на території Львівської області, є цінним історико-культурним та туристичним ресурсом. Проте інформація про ці об'єкти часто зберігається у різних джерелах, не є систематизованою, а доступ до неї ускладнений через відсутність інтегрованих платформ, які б об'єднували всі необхідні дані в одному середовищі. Це ускладнює їх використання для наукових, освітніх і туристичних цілей. Розроблення вебсервісу з інтерактивними картами дозволить зібрати цю інформацію в одному місці та забезпечити її інтеграцію з сучасними географічними інформаційними системами (ГІС).

Вихідні передумови. Тенденції розвитку цифрових технологій сприяють широкому застосуванню інтерактивних карт у різних сферах, зокрема у представленні історико-культурної спадщини. Вебкартографія стала ефективним інструментом для систематизації, збереження та популяризації даних про об'єкти, які мають історичне значення, але часто залишаються малодоступними або недостатньо відомими.

Постмілітарні об'єкти, зважаючи на їх історико-культурну та туристичну цінність, потребують сучасних підходів для збереження і презентації. Багато з них перебувають у занедбаному стані, наприклад: Миколаївська фортеця, Брюховецький форт, бункер зв'язку «Лощина», Струмилівський укріплений район та інші, а їхнє значення залишається недостатньо оціненим через відсутність ін-

тегрованих інформаційних платформ. Вебсервіси з інтерактивними картами здатні вирішити цю проблему, забезпечуючи доступ до інформації в зручному та наочному вигляді.

Розвиток таких технологічних інструментів, як 3D-моделювання та інтерактивні інтерфейси, дозволяє не лише документувати поточний стан об'єктів, але й відновлювати їх віртуальні моделі для кращого розуміння їхнього історичного вигляду. Крім того, інтеграція цифрових інструментів у вебплатформи відкриває нові можливості для туризму, освіти і громадських проєктів.

Інтерактивні вебсервіси, які поєднують в собі просторові та тематичні дані, вже успішно реалізуються у різних країнах, демонструючи високий потенціал таких платформ для привернення уваги до спадщини. Прикладом може служити OpenHistoricalMap – інтерактивна карта, яка дозволяє створювати, редагувати та переглядати карти, що відображають історичний стан місцевостей у різні періоди часу [10]. Даний ресурс використовує дані з OpenStreetMap, але зосереджується виключно на історичних даних, включаючи давні карти, межі, шляхи, будівлі, природні об'єкти та інші елементи, які змінювалися з плином часу. Також прикладом є інтерактивний вебсервіс UNESCO World Heritage Interactive Map, створений для візуалізації об'єктів зі списку Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО. Інтерактивна карта дозволяє користувачам легко знаходити, переглядати та досліджувати об'єкти культурного, природного або змішаного значення [10]. У цьому контексті розробка вебсервісу для інтерактивного відображення постмілітарних об'єктів Львівської області стає важливим кроком у збереженні культурної спадщини та інтеграції її в сучасний цифровий простір.

Метою статті є обґрунтування необхідності створення вебсервісу інтерактивних карт постмілітарних об'єктів Львівської області, визначення концептуальних і технологічних основ його реалізації, розкриття потенціалу вебкартографії як засобу збереження, популяризації та інтеграції історико-культурної спадщини у цифровий простір.

Виклад основного матеріалу. У сучасних умовах стрімкого розвитку цифрових технологій виникає потреба у створенні інтегрованих платформ, здатних забезпечити ефективне збереження, популяризацію та доступ до об'єктів культурної спадщини. Актуальною є розробка інструментів для представлення постмілітарних об'єктів, наприклад інтерактивні вебсервіси, засновані на досягненнях вебкартографії, є перспективним напрямом для вирішення цього завдання, оскільки вони дозволяють не лише систематизувати та візуалізувати дані, але й інтегрувати їх у глобальний цифровий простір [5].

Створення таких платформ вимагає застосування комплексного підходу, що включає концептуальну та технологічну розробку. Інтеграція передових інструментів програмування, вибір оптимального

стеку технологій та забезпечення високої функціональності й безпеки системи є ключовими аспектами у формуванні сучасного вебсервісу.

Для досягнення технічної реалізації вебсервісу інтерактивних карт необхідний комплексний підхід, який включає в себе розробку функціонального опису проєкту, створення архітектури системи, вибір відповідних інструментів та технологій, тестування та вивчення системи.

Концептуальні засади створення вебсервісу:

Цілісність даних: однією з ключових основ є інтеграція розрізнених даних про постмілітарні об'єкти в єдину інформаційну платформу. Постмілітарні об'єкти, які є важливою частиною історико-культурної спадщини часто не мають централізованого обліку. Розроблений вебсервіс покликаний об'єднати географічні, історичні, текстові й мультимедійні дані в одному ресурсі, що дозволяє користувачам легко взаємодіяти з цією інформацією;

Популяризація спадщини: полягає у збереженні та популяризації постмілітарних об'єктів. Вебсервіс спрямований не тільки на наукові й освітні ініціативи, а й на залучення туристів, які зацікавлені у дослідженні постмілітарних пам'яток. Це передбачає акцент на візуалізації, інтерактивності й доступності для широкої аудиторії;

Інтерактивність та адаптивність: Концепція вебсервісу базується на ідеї створення інтерактивного інструменту, який дозволяє користувачам взаємодіяти. Адаптивний дизайн забезпечує зручність використання на різних пристроях;

Науково-освітній потенціал: вебсервіс спрямований на підтримку дослідників, освітніх установ і громадських ініціатив шляхом забезпечення доступу до структурованої та достовірної інформації. Це робить його не лише інформаційним ресурсом, а й платформою для поширення знань про історико-культурну спадщину.

Технологічні засади створення вебсервісу:

Використання сучасного стеку технологій: Реалізація вебсервісу базується на поєднанні клієнтської частини, серверної частини та бази для зберігання даних;

Підхід до моделювання бази даних: використання підходу, що дозволяє автоматично генерувати таблиці, стовпці та зв'язки на основі об'єктно-орієнтованої моделі в коді. Це спрощує підтримку й оновлення структури бази даних, що є критично важливим для динамічних проєктів;

Інтерактивні елементи: функціонал фільтрації за типами та історичними періодами, взаємодія з 3D-моделями, прокладання маршрутів і можливість перегляду просторових даних. Це підвищує користувацький досвід і залученість аудиторії.

Інтеграція мультимедійного контенту: збереження й відображення фотографій, 3D-моделей та інших візуальних матеріалів, які збагачують представлення даних про об'єкти;

Інтеграція просторових даних: дозволяє ефективно зберігати й аналізувати просторову інформацію, забезпечення роботи з географічними даними, такими як точки (маркери), маршрути й інші елементи;

Безпека та продуктивність: необхідно для опрацювання чутливих даних і масштабування системи під зростаючу кількість користувачів;

Інтеграція з геоінформаційними системами: використання геоінформаційних технологій для інтерактивного відображення об'єктів дозволяє інтегрувати платформу з існуючими ГІС-системами, забезпечуючи широкі можливості для подальшого розвитку.

Таким чином, запропоновані концептуальні й технологічні засади забезпечують створення комплексного вебсервісу, який інтегрує інформацію про постмілітарні об'єкти Львівської області у глобальний цифровий простір. Вони поєднують у собі гнучкість, функціональність та ефективність для забезпечення довготривалого збереження та популяризації постмілітарних об'єктів.

Вибір стеку технологій, який відповідає вимогам вебсервісу є важливим кроком у розробці (рис. 1). Це не лише вибір відповідних програмних інструментів та бібліотек, а й вибір баз даних, серверного програмного забезпечення, мережевого обладнання та інших елементів інфраструктури. Крім того, під час вибору технології потрібно враховувати факто-

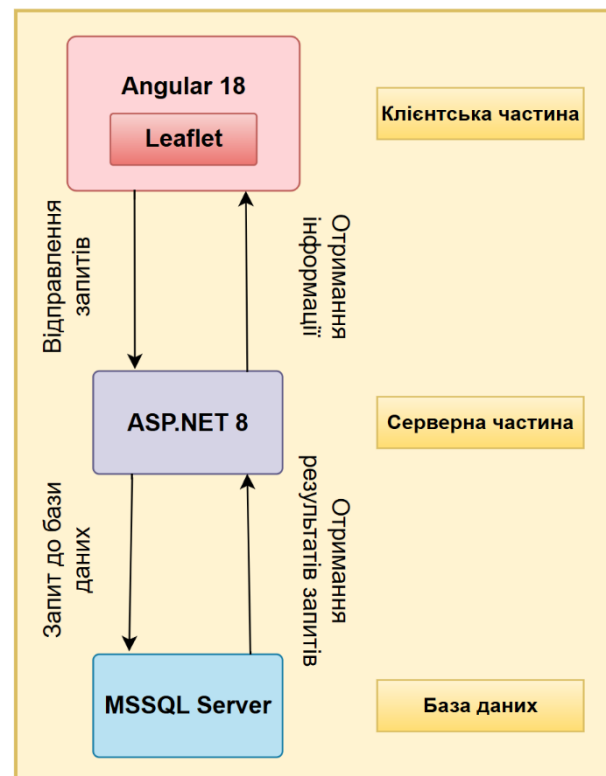


Рис. 1. Стек технологій. Процес взаємодії між клієнтською частиною, серверною частиною та базою даних /
Fig. 1. Technology Stack. The process of interaction between the client side, server side, and database

ри безпеки, комбінаторність, масштабованість та інтеграцію з іншими системами.

Клієнтська частина (frontend) вебсервісу реалізована на основі Angular 18, що забезпечує розробку динамічних, інтерактивних та адаптивних інтерфейсів користувача. Використання цієї технології дозволяє інтегрувати функціональні елементи, зокрема маркери та спливаючі вікна, що сприяє зручній взаємодії з інтерактивною картою. Завдяки високій продуктивності Angular 18 забезпечується плавна навігація, що оптимізує користувацький досвід незалежно від типу пристрою, на якому здійснюється доступ до вебсервісу.

Інтеграція бібліотеки Leaflet до середовища Angular є поетапним процесом, що забезпечує доступ до широкого спектру картографічних інструментів. На першому етапі здійснюється інсталяція бібліотеки Leaflet через менеджер пакунків та додаткове підключення типів TypeScript.

Після встановлення необхідних залежностей, для роботи з картою у межах Angular-компонента здійснюється імпорт функціоналу бібліотеки за допомогою конструкції:

```
import * as L from 'leaflet';
```

Серверна частина (backend) побудована з використанням платформи ASP.NET 8, яка є високопродуктивною технологією, розробленою компанією Microsoft. ASP.NET 8 виконує ключові функції, зокрема опрацювання запитів від клієнтської частини, виконання бізнес-логіки та управління взаємодією з базою даних. Висока продуктивність і багаторівнева система безпеки цієї платформи дозволяють забезпечити швидкість та надійність роботи сервісу, що є критично важливим для опрацювання великих обсягів даних в інтерактивних картах [4].

Система управління базами даних Microsoft SQL Server (MSSQL) використовується для надійного та ефективного зберігання даних. Інформація про

карти, маркери, користувачів та інше організована з дотриманням принципів, що забезпечує цілісність даних та високу продуктивність опрацювання запитів. MSSQL підтримує складні запити та має вбудовані механізми захисту даних, що дозволяє мінімізувати ризики несанкціонованого доступу.

Обраний стек технологій забезпечує низку переваг для вебсервісу:

- висока інтерактивність і зручність користувацького інтерфейсу;
- продуктивне і надійне серверне опрацювання запитів;
- безпечне та ефективне зберігання даних із можливістю масштабування;
- гармонійна інтеграція між технологіями, що спрощує розширення функціональності в майбутньому.

Завдяки вибраному нами стеку технологій – Angular 18, ASP.NET 8 і MSSQL – наш сервіс здатний обслуговувати значну кількість одночасних користувачів без втрати продуктивності.

Створення бази даних. Ефективне управління даними є однією з ключових задач при створенні вебсервісу інтерактивних карт, що вимагає використання гнучких та надійних підходів до проектування бази даних. У межах цього проєкту було обрано підхід «Code First», який дозволяє проектувати базу даних, орієнтуючись на об'єктно-орієнтовану модель даних.

Даний підхід забезпечує автоматичну генерацію структури бази даних, включаючи таблиці, стовпці, індекси та зв'язки, без необхідності попереднього створення схеми бази даних або написання SQL-запитів. Наприклад, зв'язок між класами Image та Marker визначається через властивість MarkerId, що автоматично формує відповідну реляційну структуру в базі даних. Це дозволяє нам зосередитися на основній логіці вебсервісу, мінімізуючи затрати часу на деталі моделювання бази даних.

«Code First» також сприяє забезпеченню узгодженості між логікою вебсервісу і структурою даних, що особливо актуально для інтерактивних карт, де дані мають складну ієрархічну структуру [3]. Таким чином, використання цього підходу є ефективним рішенням для досягнення гнучкості, надійності та адаптивності в розробленні вебсервісу інтерактивних карт.

Схема бази даних (ER-діаграма) відображає структуру зв'язків між основними таблицями, забезпечуючи чітке уявлення про взаємозв'язок даних (рис. 2).

База даних «MapsDb» побудована за принципом реляційної моделі, що передбачає використання взаємопов'язаних таблиць для представлення різних типів інформації, таких як географічні координати, текстові описи, типологія об'єктів, часові періоди та мультимедійний контент (зображення та 3D-моделі) (рис. 3).

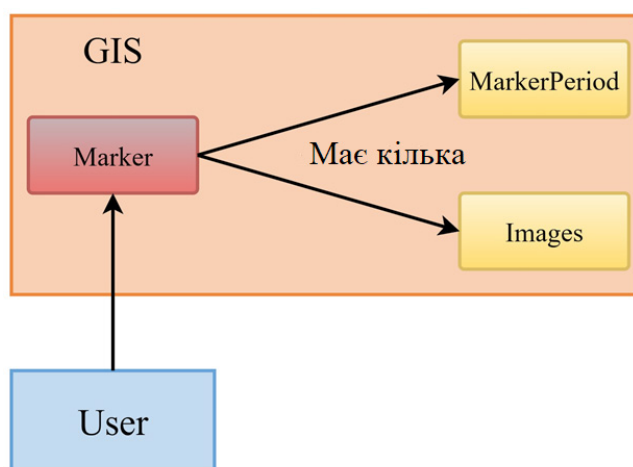


Рис. 2. Схема зв'язків між таблицями у базі даних /
Fig. 2. Schema of relationships between tables in a database

Таблиця Images в базі даних зберігає інформацію про зображення, які використовуються для відображення маркерів на карті (рис. 4).

Таблиця Markers в базі даних зберігає інформацію про назву об'єкта, його опис, тип, період, локацію, джерела інформації, координати, та наявність 3D-моделі (рис. 5).

У структурі бази даних вебсервісу реалізовано зв'язок типу "один до багатьох" між таблицею маркерів (Markers) та таблицею зображень (Images). Даний зв'язок передбачає, що кожен маркер може мати кілька зображень, тоді як кожне зображення може бути прив'язане виключно до одного маркера.

Процес внесення інформації у базу даних через вебсервіс

Для створення маркера об'єкта інформація вноситься у відповідну форму, даний процес включає введення текстових даних, зображень, внесення координат, вибір типу та періоду тощо (рис. 6).

Отримання інформації з бази даних

Процес отримання інформації з бази даних для відображення на інтерактивній карті включає:

- Запит від користувача;
- Опрацювання запиту на сервері;
- Запит до бази даних;

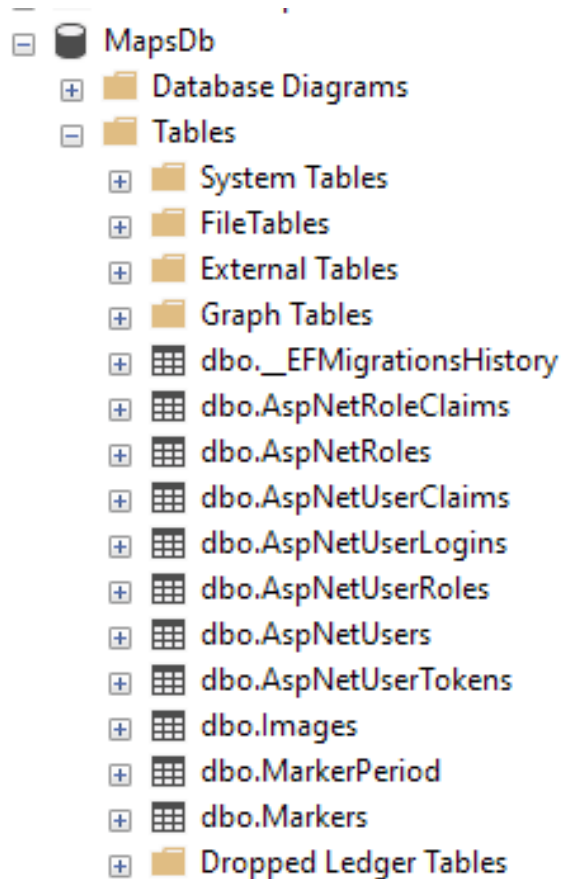


Рис. 3. Структуру бази даних "MapsDb" /
Fig. 3. The structure of the "MapsDb" database

100 % ▾				
Results Messages				
	Id	Url	IsTitle	MarkerId
1	FEDC5D63-FD52-4C32-9110-04B088919119	/uploads/8fc67774-a945-42c3-b7d1f3f117495f68.jpg	0	6A55AD43-D854-447F-9CF4-F6EA6E057A11
2	917C96B1-1299-4C67-B7E7-08A8D1FACBA3	/uploads/577e043a-9c33-4e5b-97ac-19ba18e91354.jpg	0	5B507E79-FD49-48DD-9596-655F09FB6E37
3	D2897AA5-5374-4B82-C122-08DC644DE2DA	/uploads/ed714f1f-0b3b-42ac-b7a9-0bffa605859e.jpg	0	54403FDE-43A4-428C-B022-105DBA1A0D0A
4	1953BD1E-B23C-4EF1-FF15-08DC6503CE10	/uploads/660e5d13-1529-4908-ab66-8c0c4b809a0d.jpg	0	54F1EE17-9242-4A77-B77F-445B42D0AEF6
5	A3BAAD4E-38D2-4E68-B7E1-08DC65586F4F	/uploads/223608e2-8438-4ce3-be31-f426bfb7296.jpg	0	54F1EE17-9242-4A77-B77F-445B42D0AEF6
6	A26CCA0A-BE05-42EB-C8D6-08DC65DF0309	/uploads/694dcc52-e301-4870-92f1-07a9213a2af1.JPG	0	BF548E2B-01F6-4797-AAD8-4E72FB6BD4B3
7	C3DBA2A9-74C5-47FC-8D7-08DC65DF0309	/uploads/59a5fd0f-b7ed-4aeb-bef0-5dfcbbc047c4.JPG	0	BF548E2B-01F6-4797-AAD8-4E72FB6BD4B3
8	A290C47A-9B23-41FC-C8D8-08DC65DF0309	/uploads/18953ae2-5a88-49f8-9972-c475eeb3f4c.JPG	0	BF548E2B-01F6-4797-AAD8-4E72FB6BD4B3
9	8786D0B7-E84D-45F8-555A-08DC69F184DD	/uploads/20df41a8-aedc-4259-bc89-08fd571f4a48.jpg	0	54403FDE-43A4-428C-B022-105DBA1A0D0A
10	88182631-AE1F-411A-555B-08DC69F184DD	/uploads/eb389c0f38c-4a6d-b62b-b1a4890d23f9.jpg	0	54403FDE-43A4-428C-B022-105DBA1A0D0A

Рис. 4. Таблиця Images у базі даних /
Fig. 4. The "Images" table in the database

Results Spatial results Messages					
	Id	Name	Description	Type	BuildingPeriod
1	E2D53E26-038A-472D-B864-0C3179073E28	Військова частина Е6398	Військова частина Е6398 знаходилась у селищі Липів...	3	4
2	6D6A967C-4A6B-485E-B6B6-0C7F1A7D8000	Форт «Лисічка»	Форт «Лисічка» збудований у 1897-1903 рр. Має непр...	1	0
3	8CD9F56F-BCA3-44F5-BC7F-0CA33E91565D	270 зенітно-ракетний полк	Перший ЗРДН[1] С-75 270-го зенітно-ракетного полку ...	4	4
4	54403FDE-43A4-428C-B022-105DBA1A0D0A	Форт "Марушка Ліс"	Форт "Марушка Ліс" належить до першої фази будівн...	1	0
5	B39A38D9-FB49-4EB5-B8A3-14EE790D6286	Криївка УПА, смт Брюховичі	Реконструйована криївка, яку енкаведисти знищили ...	7	3
6	83DA2479-161B-479A-BAD1-1C33A72754C9	Військова частина 55737	"Військова частина 55737 розміщувалась на вул. Меч...	3	4
7	41AFF1AF-2FDF-4C1A-9DFC-2DAF40135CAB	Львівська цитадель	Львівська цитадель – фортифікаційна споруда у центр...	1	0
8	B9FF4624-D5E4-439D-904C-34BB543CF639	Вежа цитаделі III	Перебуває у напівзруйнованому стані	1	0
9	90D7F9BA-4246-417D-8E1A-3790F5F05251	Миколаївська фортеця	Миколаївська фортеця представляє собою комплекс ...	1	0
10	367E39E3-FC6E-4516-8064-43F17ACD0A43	Авіабаза поблизу с. Любша	Знаходиться північніше с. Любша Стрийського (раніше...	5	5

Рис. 5. Таблиця Markers у базі даних /
Fig. 5. The "Markers" table in the database

Створити Маркер

Назва
Введіть назву маркера

Опис
Введіть опис маркера

Короткий опис
Введіть короткий опис для картки маркера

Тип
Форт

Період
Кінець XIX ст. – початок XX ст.

Періоди експлуатації
Виберіть періоди експлуатації

Стан збереження
Закінчено

Місцезнаходження
Введіть місцезнаходження маркера

Список джерел
Введіть список джерел

Широта 0 **Довгота** 0

СТВОРИТИ МАРКЕР

Рис. 6. Форма для створення маркера /

Fig. 6. Form for creating a marker

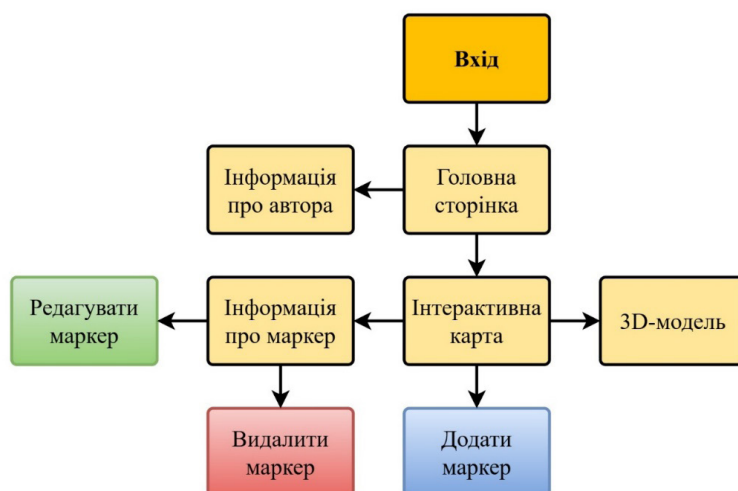


Рис. 7. Схема переходів вебсервісу /

Fig. 7. Web service transition schema

- Фільтрація даних у базі даних;
- Опрацювання отриманих даних на сервері;
- Відправлення даних користувачу;
- Розпакування та відображення даних.

Цей багатоступеневий процес забезпечує точність, ефективність та надійність у відображенні даних на інтерактивній карті, забезпечуючи користувачам доступ до актуальної та релевантної інформації.

Ми використовуємо *NetTopologySuite (NTS)* для роботи з географічними даними, що представлені в базі даних, зокрема для зберігання та опрацювання геометричних об'єктів, таких як точки (маркери на карті), лінії (маршрути) та інші геометричні форми. Це дозволяє нам виконувати просторові запити та аналізи безпосередньо в базі даних, що значно підвищує ефективність роботи з географічними даними.

Принципи роботи користувацької частини. Користувацька частина вебсервісу виконує функцію з надання зручного інтерфейсу для взаємодії з інтерактивними картами (рис. 7). Вона забезпечує доступ до візуально привабливої та функціональної платформи, яка дозволяє переглядати, досліджувати та аналізувати дані про постмілітарні об'єкти Львівської області.

На головній сторінці розташована інформаційна картка (рис. 8), яка надає користувачам ключову інформацію про проект, включаючи його основні цілі та значення.

Інтерактивні елементи для вибору типів об'єктів і історичних періодів, забезпечують можливість

кастомізації відображення на карті. Це не лише підвищує зручність, а й збагачує користувацький досвід, дозволяючи вибрати ті аспекти, що найбільше цікавлять користувача.

Реалізовано функціонал фільтрації об'єктів на інтерактивній карті відповідно до їх типології та історичного періоду, що забезпечує підвищення ефективності роботи з просторовими даними (рис. 9). Для цього використано вибіркові поля, згруповані у дві категорії: «Типи» та «Періоди». Категорія «Типи» дозволяє здійснювати відбір об'єктів за їх призначенням, включаючи форти, довготривалі оборонні точки (ДОТ), військові частини та інші типи постмілітарних споруд. Категорія «Періоди» надає можли-

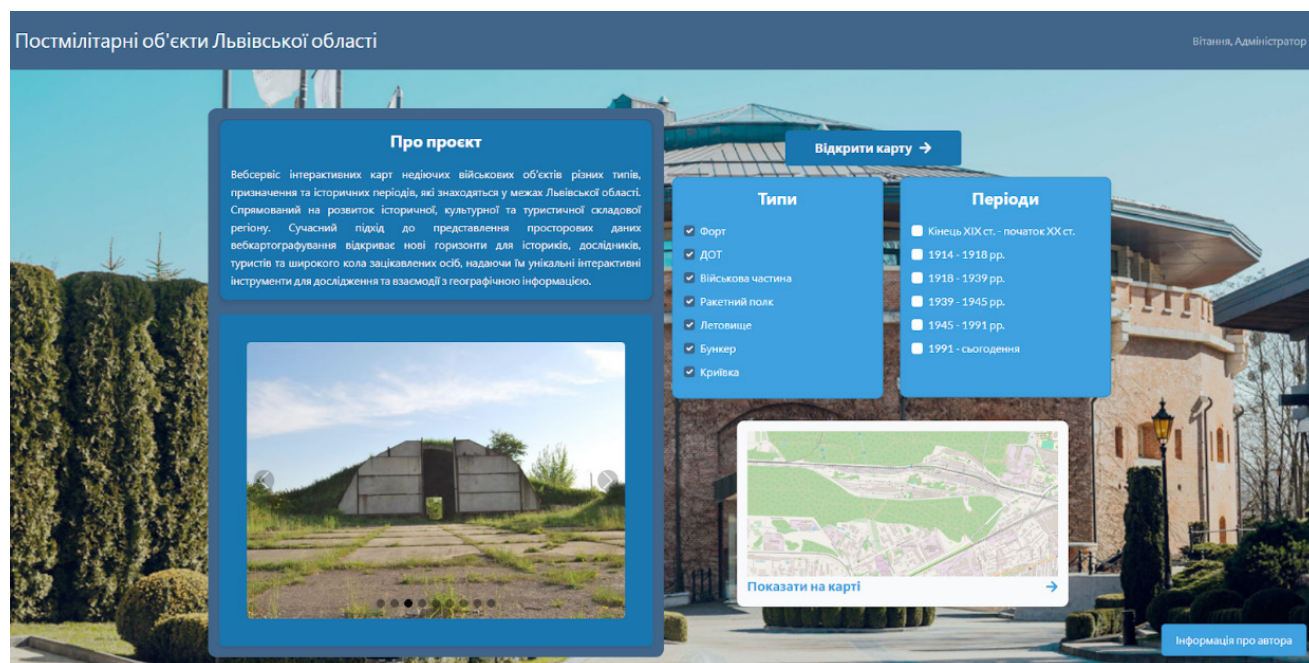


Рис. 8. Головна сторінка проекту /
Fig. 8. Main page of the project

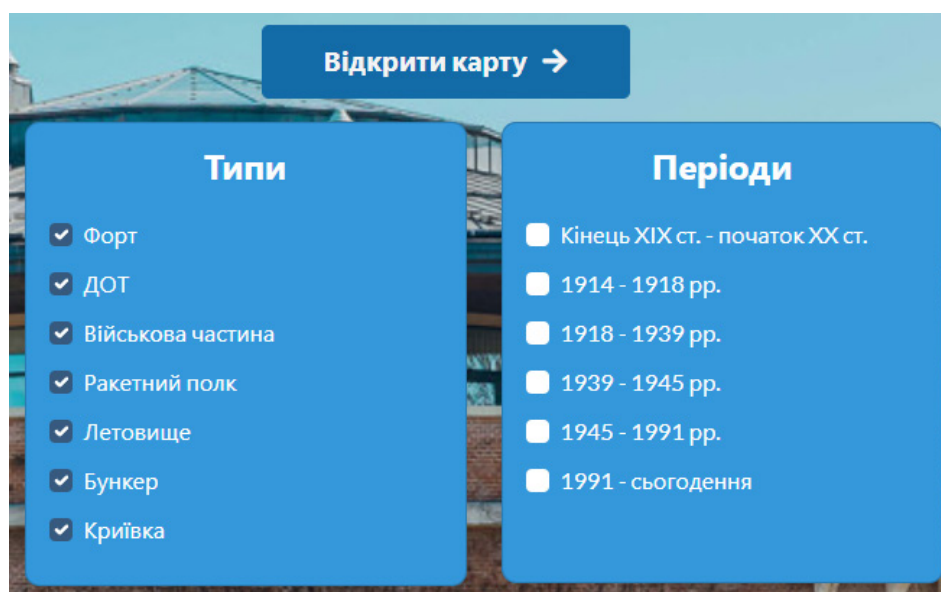


Рис. 9. Фільтрація об'єктів за типом та періодом /
Fig. 9. Filtering objects by type and period

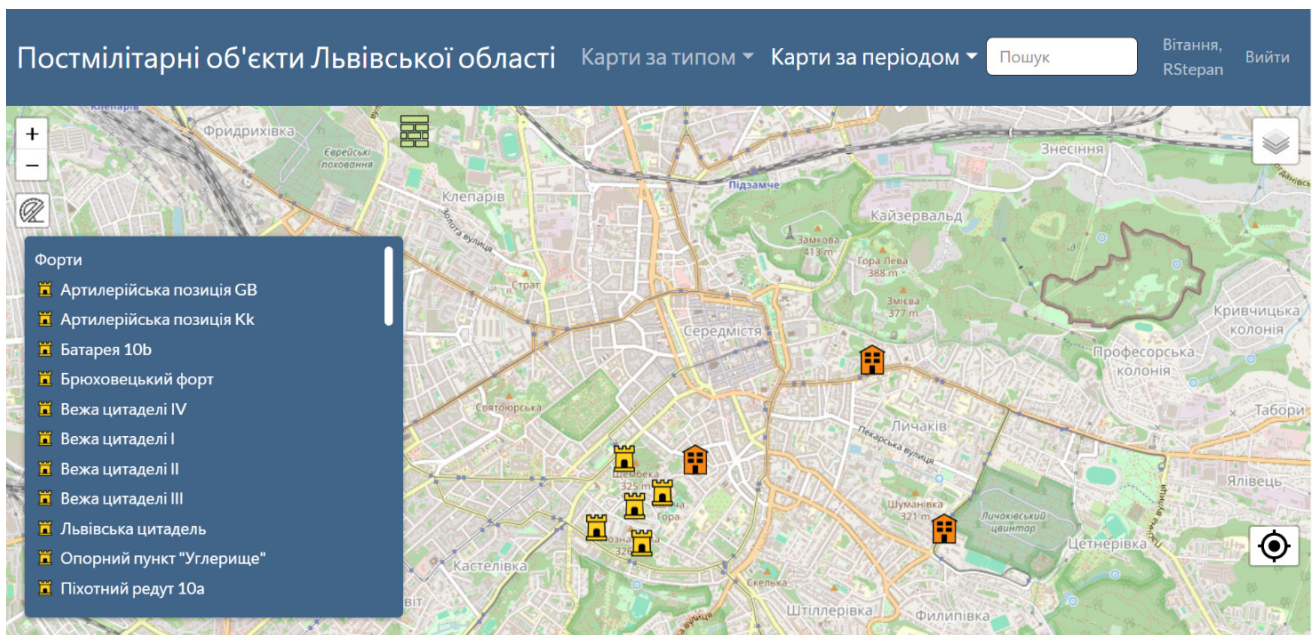


Рис. 10. Титульна карта проекту

Fig. 10. Title map of the project

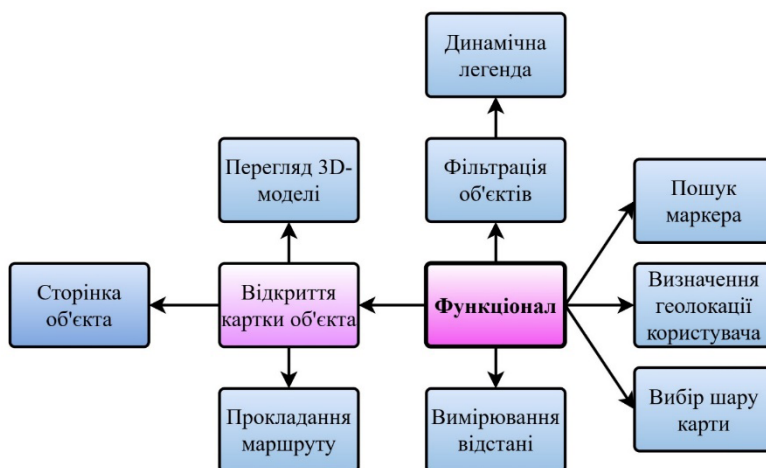


Рис. 11. Функціонал сторінки інтерактивної карти /

Fig. 11. Functionality of the interactive map page

вість фільтрувати дані за хронологічними рамками, наприклад, кінець XIX – початок XX століття або період Першої світової війни (1914–1918 рр.).

Компонент карти забезпечує відображення інтерактивної карти на сторінці (рис. 10) шляхом використання спеціалізованої бібліотеки, яка інтегрується з різними сервісами для отримання та візуалізації даних. Кожен маркер представляється відповідною іконкою, що відображає тип об'єкта, забезпечуючи чітку візуальну ідентифікацію. При взаємодії з маркером відкривається спливаюче вікно з детальною інформацією про об'єкт, а у разі наявності 3D-моделі – посилання на її перегляд, що значно розширює можливості користувачів для отримання додаткових даних (рис 11).

Використано власну класифікацію за періодами, розроблену з урахуванням ключових історичних етапів, які вплинули на розвиток та трансформацію

постмілітарних об'єктів. Загалом така інтерактивна структура забезпечує гнучкість у роботі з картою та адаптацію до потреб користувача при дослідженні постмілітарних об'єктів [7].

Схема, яка відображає процес опрацювання запиту фільтрації в системі, та включає клієнтську частину, серверну частину та базу даних подана на рисунку 12.

Інтерактивна карта також включає динамічно генеровану легенду, яка відображає різні типи об'єктів і відповідні їм маркери (рис. 13). Легенда адаптується відповідно до наявних типів та маркерів, що забезпечує їхню ідентифікацію.

Функціонал дозволяє здійснювати пошук маркерів за назвою на основі відповідності введеному запиту, що сприяє швидкому доступу до необхідних даних.

Відображення та взаємодія з тривимірними моделями реалізовані через активацію методу відображення 3D-моделі, що здійснюється при виборі відповідного маркера. Цей метод створює контейнер для інтеграції моделі, забезпечуючи користувачам можливість інтерактивного маніпулювання тривимірними об'єктами у спливаючому вікні [1].

Сторінка інформації про об'єкт. На картці розміщені: назва, фото та коротка інформаційна довідка про об'єкт з можливістю перегляду розширеної інформації (рис. 14).

Відображення інформації про об'єкт реалізується через інтерактивний інтерфейс, який включає галерею зображень у вигляді каруселі. Крім того,

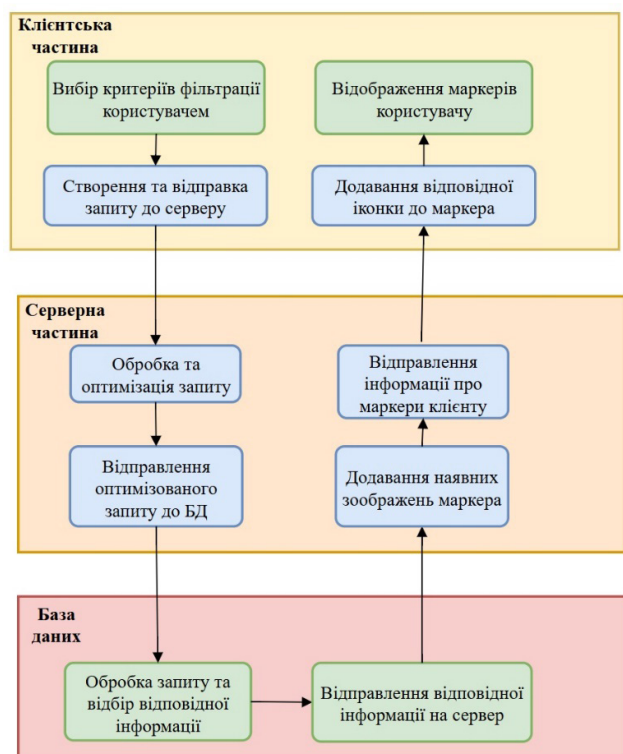


Рис. 12. Схеми фільтрації маркерів /
Fig. 12. Marker filtering schema

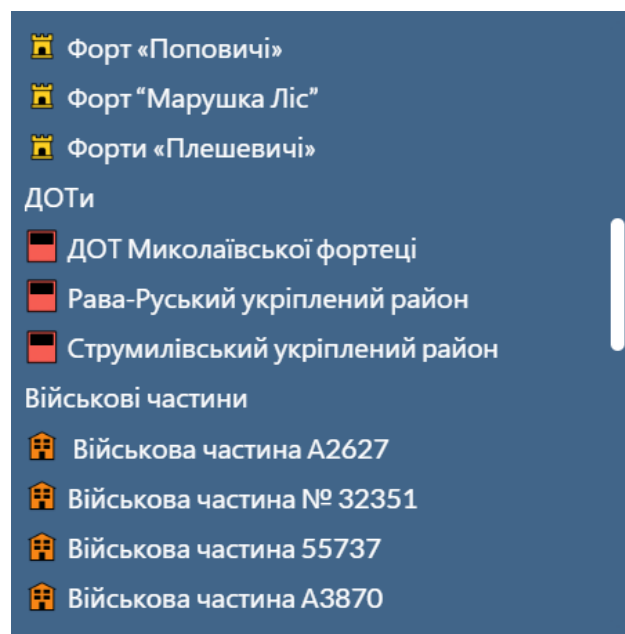


Рис. 13. Легенда карти /
Fig. 13. Map legend

відображається список джерел інформації, що забезпечує доступ до додаткових даних та матеріалів, пов'язаних з об'єктом (рис. 15). Інтерфейс включає функції редагування та видалення маркерів, які на сьогодні доступні лише на правах адміністратора.

Додатково реалізована функція коментування, що дозволяє залишати відгуки та коментарі, пов'язані з об'єктом.

На інтерактивній карті маршрут відображається у вигляді лінії, яка показує шлях від початкової до кінцевої точки (рис. 16).

У проєкті ми використовуємо Mapbox для прокладання маршрутів між маркерами на карті, що дозволяє планувати маршрути та переглядати відстані між об'єктами [8]. Їх функціональність у вебсервісі розроблена таким чином, щоб створювати та відображати маршрути на інтерактивній карті полегшуючи планування подорожей або навігацію.

Mapbox використовує складні алгоритми для визначення найкращого маршруту між двома точками. Ці алгоритми базуються на аналізі даних про дорожню мережу, включаючи: вулиці, шляхи, мости, тунелі, обмеження швидкості, зони забороненого руху та багато іншого. Схеми прокладання маршруту у Mapbox представлена на рисунку 17.

Запропонований вебсервіс має широкий потенціал для подальшого розвитку та вдосконалення, зокрема:

Розширення бази даних: інтеграція нових пост-милітарних об'єктів, розширення географічного

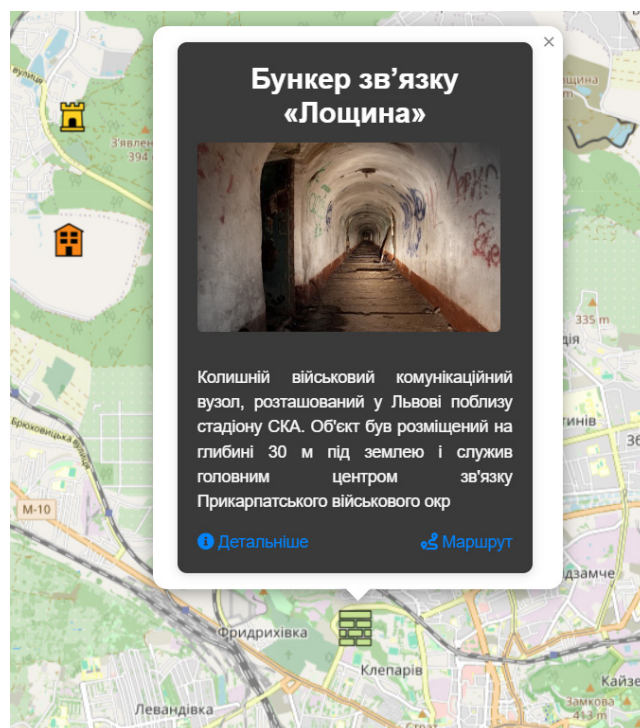


Рис. 14. Інтерактивна карта із маркером бункера зв'язку «Лощина» /

Fig. 14. Interactive map with a marker for the «Loschyna» communication bunker)

охоплення за межі Львівської області, збагачення інформації про об'єкти (додаткові історичні дані, архівні матеріали, мультимедійний контент);

Покращення користувацького досвіду: удосконалення інтерфейсу з акцентом на персоналізацію

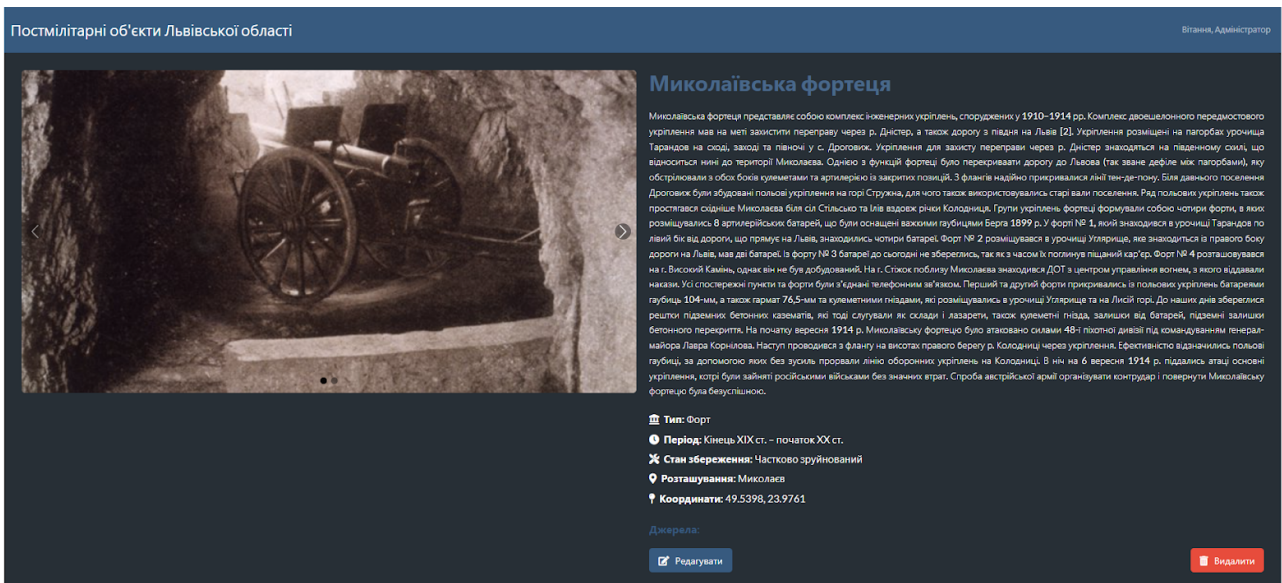


Рис. 15. Розширена сторінка інформації про «Миколаївську фортецю» /
Fig. 15. Extended information page about the «Mykolaiv Fortress»

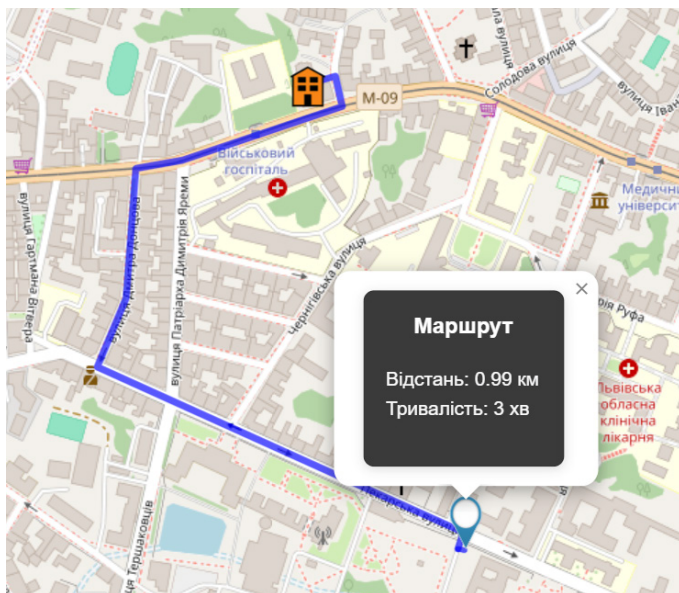


Рис. 16. Маршрут на інтерактивній карті з параметрами відстані та тривалості /

Fig. 16. Route on the interactive map with distance and duration parameters

функціоналу для різних категорій користувачів, включаючи туристів, дослідників та освітян;

Інтеграція з іншими платформами: створення API для обміну даними з іншими геоінформаційними системами (ГІС) та туристичними сервісами;

Додаткові функціональні можливості: створення аналітичних інструментів для глибокого просторового аналізу, розробка персоналізованих маршрутів для користувачів з урахуванням їхніх уподобань та інтересів;

Мобільна адаптація: створення мобільних додатків для Android та iOS з інтерактивними функціями офлайн-доступу до даних;

Співпраця з науковими установами: залучення дослідників для актуалізації даних, підготовки но-



Рис. 17. Схема прокладання маршруту у Mapbox /
Fig. 17. Route planning schema in Mapbox

вих матеріалів та організації тематичних проєктів на базі вебсервісу;

Інтернаціоналізація: переклад вебсервісу на інші мови для залучення міжнародної аудиторії та популяризації української культурної спадщини на світовому рівні;

Застосування сучасних технологій: впровадження штучного інтелекту для автоматизованого аналізу даних, прогнозування стану об'єктів та створення рекомендацій щодо їх збереження.

Висновки. Розроблення вебсервісу для інтерактивного відображення постмілітарних об'єктів Львівської області є важливим засобом у збереженні, популяризації та інтеграції історико-культурної спадщини у сучасний цифровий простір. Основою проекту стало застосування вебкартографії, яка довела свою ефективність у систематизації та візуалізації даних. Інтерактивність сервісу, забезпечена сучасними технологіями, дозволяє отримувати доступ до структурованої інформації про об'єкти у зручній формі.

Запропонований вебсервіс об'єднує постмілітарні об'єкти у єдиній платформі, оскільки інформація про ці об'єкти часто зберігається у різних джерелах, не є систематизованою, а доступ до неї ускладнений через відсутність інтегрованих плат-

форм. Завдяки використанню стеку технологій Angular 18, ASP.NET 8 і MSSQL сервіс забезпечує високу продуктивність, інтерактивність і масштабованість, що дозволяє обслуговувати широку аудиторію: від дослідників і туристів до освітніх закладів.

Важливим досягненням є інтеграція інструментів для фільтрації, відображення 3D-моделей і просторового аналізу, що робить платформу універсальною для дослідження та популяризації історичних об'єктів. Використання підходу «Code First» у створенні бази даних забезпечує гнучкість у розвитку та оновленні структури сервісу, що є важливим для його подальшої еволюції.

Розроблений вебсервіс не лише сприяє збереженню історико-культурної спадщини Львівської області, але й демонструє потенціал сучасних цифрових технологій у популяризації та інтеграції спадщини у глобальний інформаційний простір.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Репехович С. Цифрова модель історичного об'єкту у вебкартографуванні постмілітарних об'єктів. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. Харків, 2023. Вип. 38. С. 40–49.
2. Сулик Б. Постмілітарні об'єкти Західного регіону України. *Науковий вісник Чернівецького університету. Географія*. 2013. Вип. 672–673. С. 160–165.
3. Lerman J., Miller R. Programming Entity Framework: Code first: Creating and configuring data models from your classes. O'Reilly Media, Inc., 2011. 192 p.
4. Mistry R., Misner S. Introducing Microsoft SQL Server 2014. Microsoft Press, 2014. P. 3–21.
5. Naylor L. ASP.NET Core and Entity Framework Core. Apress, 2021. 628 p.
6. Panwar V. Web evolution to revolution: Navigating the future of web application development. *International Journal of Computer Trends and Technology*. 2024. Vol. 72, No. 2. P. 34–40.
7. Repekhovych S., Sossa R. Theoretical and methodological foundations of web mapping of post-military facilities. *Geodesy, Cartography and Aerial Photography*. 2024. Vol. 99, No. 99. P. 46–57.
8. Rzeszewski M. Mapbox. *Evaluating participatory mapping software*. Cham: Springer International Publishing, 2023. P. 21–40.
9. Strauss D. Exploring advanced features in C#: Enhance your code and productivity. Apress, 2019. 299 p.
10. Welty R. OpenHistoricalMap: Historical geography wiki style – WikiConference North America, 2021. URL: https://wikiconference.org/wiki/2021/Main_Page (дата звернення: 24.03.2025).
11. World Heritage Interactive Map. UNESCO. URL: <https://whc.unesco.org/en/interactive-map/> (дата звернення: 24.03.2025).

Стаття надійшла до редакції 10.03.2025

Стаття рекомендована до друку 14.04.2025

Repekhovych Stepan - Postgraduate student, Department of Cartography and Geospatial Modelling of Lviv Polytechnic National University, Ukraine; e-mail: stepandid2@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6006-2428>

WEB MAPPING AS A TOOL FOR PRESERVATION AND PROMOTION OF HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE

The purpose of the article. To substantiate the necessity of creating a web service with interactive maps of post-military objects, define conceptual and technological foundations for its implementation, and demonstrate the potential of web mapping for the preservation, promotion, and integration of historical and cultural heritage into the digital space.

The main material. Under modern digitalization conditions, creating an interactive web service to showcase post-military objects in Lviv region is an essential method for preserving, promoting, and ensuring accessibility to historical and cultural heritage. Post-military objects constitute a valuable source of historical information; however, data about them

often remain unsystematized and difficult to access. Web mapping enables integration of spatial and thematic data onto a platform combining visualization, informativeness, and interactivity.

The technical implementation of the web service is based on a contemporary technology stack: Angular 18 for the frontend, ASP.NET 8 for the backend, and MSSQL for data management.

The web service database is structured according to relational principles, including tables for geographic coordinates, textual information, multimedia materials, and object typologies. A “one-to-many” relationship between tables enables the integration of markers with photographs, enhancing visual data representation.

The interactive service interface allows users to interact with maps, display objects based on selected criteria, view related content, and plot routes. The integration of NetTopologySuite ensures efficient handling of spatial data, such as object coordinates and routing.

The proposed web service addresses the problem of data systematization, unifying them into a single platform convenient for researchers, educators, tourists, and the general public.

Conclusions. The development of the web service for interactive mapping of post-military objects in the Lviv region aims at preserving, promoting, and integrating historical and cultural heritage into the digital space. Utilizing a modern technology stack (Angular 18, ASP.NET 8, MSSQL), the service provides interactivity, performance, and convenient access to organized information, including filtering, 3D models, and spatial analysis. The web service solves the problem of unsystematized data, offering new opportunities for research, preservation, and promotion of post-military objects.

Keywords: *post-military objects, web service, web mapping, interactivity, historical and cultural heritage, digitalization, database, relational model, spatial data, integration, visualization.*

REFERENCES:

1. Repekhovych, S. (2023). Digital model of historical object in web mapping of post-military objects. *The Problems of Continuous Geographical Education and Cartography* (38), 40–49. [in Ukrainian].
2. Sulyk, B. (2013). Post-military objects of the Western region of Ukraine. *Scientific Bulletin of Chernivtsi University. Geography*, (672–673), 160–165 [in Ukrainian].
3. Lerman, J., & Miller, R. (2011). *Programming Entity Framework: Code first: Creating and configuring data models from your classes*. O'Reilly Media, Inc [in English].
4. Mistry, R., & Misner, S. (2014). *Introducing Microsoft SQL Server 2014*. Microsoft Press, 3-21 [in English].
5. Naylor, L. (2021). *ASP.NET Core and Entity Framework Core*. Apress [in English].
6. Panwar, V. (2024). Web evolution to revolution: Navigating the future of web application development. *International Journal of Computer Trends and Technology*, 72(2), 34–40 [in English].
7. Repekhovych, S., & Sossa, R. (2024). Theoretical and methodological foundations of web mapping of post-military facilities. *Geodesy, Cartography and Aerial Photography*, 99(99), 46-57 [in English].
8. Rzeszewski, M. (2023). Mapbox. In *Evaluating participatory mapping software* (pp. 21–40). Cham: Springer International Publishing [in English].
9. Strauss, D. (2019). *Exploring advanced features in C#: Enhance your code and productivity*. Apress [in English].
10. Welty, R. (2021). OpenHistoricalMap: Historical geography wiki style – WikiConference North America. Retrieved from https://wikiconference.org/wiki/2021/Main_Page [in English].
11. World Heritage Interactive Map. (n.d.). UNESCO. Retrieved from <https://whc.unesco.org/en/interactive-map/> [in English].

The article was received by the editors 10.03.2025

The article is recommended for printing 14.04.2025

DOI: 10.26565/2075-1893-2025-41-05
UDC 37.013.73:91(437+477)

Vaclav Duffek*

PhD in Geography, Senior Lecturer of the Department of Geosciences; e-mail: Duffek.V@seznam.cz;
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9366-9517>

Nataliia Popovych**

PhD in Geography, Associate Professor of the Department of Physical Geography and Cartography;
e-mail: n.v.popovych@karazin.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4968-6296>

Kateryna Borysenko**

PhD in Pedagogy, Associate Professor of the Department of Physical Geography and Cartography;
e-mail: k.borysenko@karazin.ua; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7435-6857>

*University of West Bohemia, 2732/8 Univerzitní, 30100 Pilsen, Czech Republic

**V.N. Karazin Kharkiv National University, 4 Svobody Sq., 61022 Kharkiv, Ukraine

Future geography teacher training in Czechia and Ukraine: a comparative analysis of two universities

The purpose of the article is to explore the current experience of geography teacher training in Czechia and Ukraine based on the experience of the University of West Bohemia and V.N. Karazin Kharkiv National University.

The main material. In the Czech educational system, becoming a qualified teacher typically involves completing a three-year Bachelor's program (180 credits) followed by two-year Master's program (120 credits) while in Ukraine a Bachelor's program lasts for four years (240 credits) and a Master's program lasts for one and a half years (90 credits) or 2 years (120 credits).

Geography teacher training at the Department of Geosciences of the University of West Bohemia is offered at the Master's level (following a preparatory Bachelor's program) and allows for combinations with other teaching subjects. The Bachelor's program in Geography for Education emphasizes academic preparation in geographic and pedagogical foundations, preparing students for advanced study. It includes fieldwork, a research-based thesis, and a state exam. The follow-up Master's program focuses heavily on geography teaching methodology and includes regionally oriented subjects, three stages of pedagogical practice, and innovative training using a virtual reality-based classroom simulator. The final state exam uniquely simulates real teaching, requiring students to demonstrate both their geographic knowledge and teaching competencies.

Geography teacher training at the School of Geology, Geography, Recreation and Tourism of V.N. Karazin Kharkiv National University is offered at both Bachelor's and Master's levels through specialized programs combining geographic, pedagogical, and practical components. The Bachelor's program prepares students to teach Geography, Nature Study, and Economics, focusing on core geographic knowledge, pedagogy, and substantial fieldwork. The Master's programs offer two tracks – one with a natural science focus and another with an economic orientation – allowing students to deepen their expertise and teaching skills. Both levels emphasize pedagogical practice and conclude with the public defense of a thesis.

Conclusions. The analysis of geography teacher training in Czechia (University of West Bohemia) and Ukraine (V.N. Karazin Kharkiv National University) demonstrates both the progress that has been made and the challenges that remain. Both countries have established strong foundations for preparing future geography teachers, with a focus on integrating pedagogy and content knowledge, practical experience, and fieldwork. Looking ahead, further modernization of curricula, increased use of VR technology, and international cooperation will be key to ensuring that geography teachers are well-prepared to meet the demands of 21st-century education.

Keywords: *geography teacher training, future educators, comparative education, professional development, teacher competencies, Czechia, Ukraine.*

In cites: Duffek, V., Popovych, N., Borysenko, K. (2025). Future geography teacher training in Czechia and Ukraine: a comparative analysis of two universities. *The problems of continuous geographical education and cartography*, (41), 47–54. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2025-41-05> (in English)



Introduction. Education is a strategic resource of socio-economic development of society, improving national security and interests, strengthening the authority of the state in the international arena [1]. Training of future geography teachers is crucial for ensuring high-quality education in both the Czech Republic and Ukraine. Geography, as a subject, plays a significant role in developing students' understanding of the world, promoting spatial awareness, and fostering environmental responsibility. Also, we should not forget the role of geography in the patriotic education of youth, which is of particular importance for Ukraine because of the war with the Russian Federation. Teacher training is always an ongoing and evolving process [9]. In recent years, both Czechia and Ukraine have focused on improving geography teacher education programs, addressing global educational challenges, and aligning their systems with European standards.

Initial conditions. Czech Republic's education system is structured around the Bologna Process. Teacher training programs, including geography, are housed within faculties of education, faculties of pedagogy, or faculties of sciences at universities. Students typically pursue a bachelor's degree followed by a master's degree, where the bachelor's one is designed to provide theoretical knowledge in geography, while the master's degree is more focused on pedagogy and methodology of teaching.

In the Czech educational system, becoming a qualified teacher typically involves completing a Bachelor's program followed by a Master's program. The Bachelor's program lasts for three years (180 credits) and provides foundational knowledge of geography. However, a Bachelor's degree alone does not confer teaching qualifications. To become a fully qualified secondary school teacher, one must complete a subsequent two-year Master's program (120 credits). Graduates of the Master's program are then eligible to teach in primary and secondary schools.

The University of West Bohemia (UWB) is a well-respected public university located in Plzeň, Czechia. Established in 1991, it is the leading educational and research institution in the West Bohemia region, offering a diverse range of study programs in engineering, humanities, economics, law, and applied sciences. The university consists of nine faculties, covering disciplines such as mechanical and electrical engineering, computer science, arts, education, law, economics, and design.

The University offers comprehensive programs for training teachers through its Faculty of Education which consists of 12 departments and 2 educational centers. In terms of geography teacher training, this is provided by the Center for Biology, Geosciences and Environmental Education (CBG). The center strives to be a functional center of biological, geological, and physical-geographical research not only in the region but also internationally and consists of 2 departments: the Department of Biology and the Department of

Geosciences, where, respectively, future geography teachers are trained.

The Department of Geosciences focuses mainly on subject-related didactic research, especially on finding and overcoming the critical spots of the curriculum and also on the methodological correct creation of virtual field trips and their implementation in the educational process. The Department provides Bachelor's and Master's study programs which last three or two years respectively. By studying these programs, students get the knowledge and skills to become a primary school or upper secondary school teacher [2].

Ukraine's education system also follows the Bologna Process framework. Teacher training programs, including geography, are offered by two main types of educational institutions: classical universities and purely pedagogical ones [7]. Students typically begin with a Bachelor's degree, which mainly focuses on providing theoretical knowledge in geography, followed by a master's degree that emphasizes pedagogy and teaching methodology.

Similar to the Czech system, in the Ukrainian educational system, becoming a qualified teacher generally requires completing both a Bachelor's and a Master's program. The Bachelor's program lasts for four years (240 credits) and provides foundational knowledge in geography along with introductory pedagogical courses. However, a Bachelor's degree alone does not grant full teaching qualifications. To become a certified secondary school teacher, graduates must complete a one-and-a-half to two-year Master's program (90–120 credits). The Master's program deepens pedagogical and methodological competencies, preparing graduates to teach geography in secondary schools.

V.N. Karazin Kharkiv National University (KKNU) is one of the oldest and most prestigious educational and research institutions in eastern Ukraine. This public university, located in the heart of Kharkiv – the second-largest city in Ukraine – was founded on November 17, 1804. Renowned for its academic excellence, research, and innovation, KKNU is recognized as a leading educational institution in Eastern Europe.

However, Russian military aggression has caused severe challenges in maintaining the educational process at KKNU. Due to its close proximity to the Russian border, the university's facilities have suffered significant damage. Despite these hardships, KKNU continues to operate. Many faculty members and students have been displaced, either becoming internally displaced persons (IDPs) within Ukraine or seeking refuge in other countries. As a result, since February 24, 2022, all teaching has been conducted remotely. While some staff members still work from campus, most teachers and all students are attending online classes from home.

Distance learning at KKNU is complicated by frequent air raids, missile strikes, shelling, regular

power outages, and an unstable internet connection. The situation in the Kharkiv region remains tense, making it one of the most heavily affected areas of Ukraine. A return to full-time, in-person education at KGNU is highly unlikely until hostilities cease but a hybrid model (a combination of online and offline classes) is possible in the nearest future.

KGNU offers a wide range of programs in science, humanities, social sciences, medicine, and engineering across multiple faculties. In terms of Geography teacher training, this is provided by the *School of Geology, Geography, Recreation, and Tourism*. The School has a rich history, dating back to 1804, when the Department of Statistics and Geography was first established at Karazin University. Today, the School consists of three departments:

- Department of Physical Geography and Cartography;
- K. Niemets Department of Human Geography and Regional Studies;
- Department of Fundamental and Applied Geology.

Currently, these departments offer Bachelor's and Master's programs in the following specialties: Geography and Regional Studies, Earth Sciences, and Secondary Education (Geography). The latter is designed for students who wish to become geography teachers.

The purpose of the article is to explore the current experience of geography teacher training in Czechia and Ukraine based on the experience of the University of West Bohemia and V.N. Karazin Kharkiv National University. It compares educational approaches for enhancing the quality of geography teacher preparation considering the current situation in Ukraine.

Geography teacher training at the University of West Bohemia. At the Department of Geosciences of the UWB students can obtain a teaching qualification in Geography at a Master's level (in combination with other subjects e.g. with languages, history, biology, physical activity etc.). General features of all of the study programs are comprehensive education (a diverse range of subjects that include theoretical foundations from various areas of geographical disciplines with an emphasis on understanding basic terminology and conceptual system thinking), internship in schools, individual support and access to modern research in the field of education.

The Bachelor's degree program in Geography for Education is designed as an academic program. The graduates are primarily prepared to continue their studies in a follow-up program in the field of geography with a pedagogical focus. They demonstrate knowledge and understanding of the fundamental trends in the development of geographical thinking.

The program lasts for 3 years (180 credits) and includes around 55 compulsory components (20 in geography, 20 in the second subject and 15 in pedagogical-psychological basis) and some elective components (languages, or courses for deepening the subject skills). By completing pedagogical-psychological

and general didactic courses, the graduates acquire the foundations necessary for developing competencies required for teacher qualification, thereby creating the prerequisites for entering follow-up study programs leading to full teaching qualification.

Regarding the distribution of disciplines by years of study, first-year students mostly learn general physical geography disciplines (Fundamentals of Geology, Geosciences) as well as subjects focused on scientific research in geography (Geographical Research, Basic Geography for Science Study, Introduction to GIS). In the second year of study, students continue to study Physical Geography, complemented by Economic Geography. As for the compulsory courses in the third year, they include cartographic disciplines (Cartographic Methods of Geodata, Geographical Cartography), Geography of Europe, and Basics of Landscape Ecology. The only pedagogical discipline in the compulsory part of the study program is Propaedeutics of Geography Education.

As for the elective part of the curriculum, it may include long-term international internships or courses focused on travel and game-based learning. Students can also apply for the short-term Field Course in Geosciences, held in the Western Bohemia region, or opt for a long-term field course, which often takes place abroad. Both types of field courses are practically oriented and provide students with hands-on experience. During the short-term Field Course, students often visit the Barrandien region, known for one of the largest karst complexes in Czechia, or explore spa areas with evidence of post-volcanic activity. The long-term Field Course typically involves a study tour with stops at geographically significant sites – for example, students once had the opportunity to sail along the Croatian coast on a yacht. At the end of their studies, students are required to publicly defend a research-based Bachelor's thesis. They can choose to conduct research either in geography as an academic discipline or in geography education, and must complete the full research process: selecting a topic and research questions, establishing a theoretical framework, describing the methodology, visualizing and analyzing results, and discussing the findings. Finally, students must take the State Final Bachelor Examination, which consists of three components: i) physical geography, ii) human geography, iii) GIS and cartography.

The following Master's degree program in *Upper Secondary School Teacher Training in Geography* runs for a standard length of 2 years (120 credits). To meet the program requirements students are expected to write and defend their Master's thesis and pass the final state examination.

Most of the program focuses on geography teaching methods which is reflected in the presence of such compulsory courses in the curriculum as Methodology of Teaching Geography, Modern Methods in Teaching Regional Geography. Interestingly, unlike the Bachelor's

program, the compulsory part of the Master's program, which includes 8 disciplines with a total of 34 credits, is more regionally oriented. There are such disciplines as Physical Geography of the Czech Republic and Human and Regional Geography of the Czech Republic.

In a rapidly changing world of technology, future geography teachers must stay aligned with current trends and be prepared to adapt through continuous professional development [8]. Within the courses that focus on teaching, students can train their teaching skills in a specific virtual reality-based simulator (Fig. 1). This simulator (called Virtual Classroom) was developed at the University of West Bohemia and represents a unique opportunity for students [3]. Future teachers put on the head display and find themselves in an immersive classroom environment where they can teach the avatars who are operated by a didactician.

During the following Master's degree program, students also undertake pedagogical practices, which consist of 3 courses. The first one is based only on observing and reflecting on real teaching. To pass the second course, students have to teach 10 hours (in each of the two subjects they study) at schools, and to pass the third one, students teach 20 hours at schools (in each of the two subjects they study). During each of these three courses, the teaching is evaluated using transdisciplinary didactics with 3A methodology [6].

Final state examination at the Master's level is quite unique in Czechia, because students resemble actual teaching. They essentially teach the examiners in two topics (10 minutes on each) – one topic from general geography and one topic from regional geography. This approach allows for an assessment not only of subject-

specific knowledge but also of the students' proficiency in teaching methodology.

Geography teacher training at V.N. Karazin Kharkiv National University.

At the School of Geology, Geography, Recreation and Tourism students can obtain a teaching qualification in Geography at both the Bachelor's and Master's levels on the corresponding study programs [10]. These programs are provided jointly by the Department of Physical Geography and Cartography and K. Niemets Department of Human Geography and Regional Studies.

The Bachelor's degree program in Geography, Nature Study, Economics and Tourism-Related Activities is aimed at forming a specialist with a modern worldview and thinking, who is able to carry out competent teaching in general secondary schools and specialized educational institutions, master modern information and communication technologies, and apply means and technologies of interaction between participants of the educational process.

The program lasts for 4 years (240 credits) and includes 39 compulsory components (179 credits in total) and 16 elective components (61 credits in total). It needs to be said that after obtaining such a degree graduates can teach Geography, Nature Study and Economics in general schools in Ukraine, there is no choice of additional subjects for them.

As for the the distribution of disciplines by years of study, first-year students learn general subjects (History of Ukraine, Advanced Mathematics, Foreign Language) and general physical geography disciplines (Scientific and Natural Picture of the World, General Earth Science, Fundamentals of Human Geography etc.). Starting from



Fig. 1. Future geography teacher training in the VR classroom: A – the virtual classroom environment from the user's point of view; B – the virtual classroom environment from the operator's point of view; C – users presenting their own presentations; D – real-time recording of the user's actions in the real world

the second year, students have pedagogical subjects in their curriculum (including Age-Related Physiology and Child Health, General and Age Psychology, Pedagogy and others). There are also some subjects aimed at mastering economic knowledge and teaching Economics (Basics of Economics and Financial Literacy, Methods of Teaching Economic Subjects at School). Also, the compulsory part of the program includes two disciplines related to geography of Ukraine: Physical Geography of Ukraine and Economic and Social Geography of Ukraine.

Regarding the elective part of this program, it includes four interfaculty disciplines (selected by students from the general catalog of disciplines formed by all structural units of KGNU), an elective practical training in the sixth semester (regional studies, regional-tourism, pedagogical or sports-tourism training), and faculty-specific elective disciplines covering various areas of geography, tourism, and pedagogy. Thus, the compulsory part of the curriculum emphasizes the study of geographical disciplines while pedagogical disciplines are mostly offered in the elective part.

Amid renewed approaches to geography education and efforts to foster national-patriotic consciousness, there is a growing need to modernize the training of future geography teachers in local lore and tourism [4]. Particular attention should be paid to fieldwork and practical experience (31 credits in total). Such comprehensive and extensive practical training is traditional for all natural science schools of KGNU, particularly for the School of Geology, Geography, Recreation, and Tourism. It is undertaken by both students enrolled in purely geographical educational programs and those who prepare to be future geography teachers. Practical training sessions are separate components of the students' curriculum. Most of the practical sessions take place in June, following the completion of the students' summer session exams, and last for 4–5 weeks.

First-year students undergo educational nature scientific training while second-year students undertake educational professional-oriented training. Before the war, these types of fieldwork took place on a field station (Gaidary village) in the Kharkiv region and in the Ukrainian Carpathians respectively but now all the field learning is delivered remotely with the help of different online resources such as Google Earth, Sentinel Earth Observation (EO) Browser and Planet Explorer [5]. Third- and fourth-year students undergo two pedagogical practices which usually take place in secondary schools under the supervision of Geography teachers. As many Ukrainian schools work online during the wartime, these practices mostly take place in remote format now with some exceptions when students can practice in schools that work offline currently.

To obtain the degree students must publicly defend their Bachelor's thesis in the end of the fourth year of study. In the qualification paper the student must demonstrate the skills and abilities acquired during

the years of study. As a rule, this research includes a pedagogical experiment conducted by the student, the results of which are analyzed.

As for the Master's degree programs for future geography teachers, there are two of them provided by the School of Geology, Geography, Recreation and Tourism. *The Master's degree program in Geography, Man and Nature and Tourism Work* is provided by the Department of Physical Geography and Cartography and *The Master's degree program in Geography, Economics, Local Studies and Tourism Work* is offered by K. Niemets Department of Human Geography and Regional Studies.

The programs are quite similar; however, the first one is more focused on natural sciences, while the second has an economic orientation. The majority of compulsory courses consist of psychology and pedagogy, as well as various types of teaching practicum. By choosing elective courses, students can deepen their knowledge in different areas of geography, cartography, and GIS (Geography, Man and Nature, and Tourism Work) or in economic geography, tourism, and local studies (Geography, Economics, Local Studies, and Tourism Work). To obtain the degree, students must publicly defend their Master's thesis at the end of the third semester, which is usually a continuation of their Bachelor's research.

Comparative analysis of the study programs. So, we can say that the geography teacher training systems in the UWB and KGNU share significant similarities in their structure and objectives, but there are notable differences in their approaches and challenges:

- *Educational content:* Overall, the curricula for training geography teachers at the analyzed Czech and Ukrainian universities are quite similar: Bachelor's programs are primarily focused on studying physical and socio-economic geography, while Master's programs are mostly centered on pedagogy and teaching methodology for geography and related subjects. A key difference is that Czech students have the opportunity to choose additional subjects not directly related to geography (such as languages, history, biology, physical activity, etc.) that they wish to be qualified to teach. This is due to the fact that the training is conducted at the Faculty of Education rather than a Faculty of Geography, which facilitates the implementation of interdisciplinary programs. In Ukrainian curricula, courses related to the geography of the native country are included at the Bachelor's level, whereas in the Czech curricula, they appear at the Master's level.

- *Pedagogical training:* Both universities emphasize the integration of pedagogy with geography content and place great emphasis on pedagogical practices in schools during undergraduate and postgraduate studies. However, Czech study programs tend to provide more opportunities for interdisciplinary learning and research, whereas Ukrainian ones emphasize only geography and related subjects. It is also interesting that in the Czech model, Master's students, upon completing

their studies, must take final exams in which they are required to actually teach the examiners, demonstrating both their knowledge of specialized subjects and their pedagogical skills.

- *Fieldwork and practical experience:* Practical experience is an integral component of geography education at both universities. However, the Czech system places greater emphasis on international internships, offering students valuable global exposure – for example, through an optional long-term Field Course often held abroad. In contrast, the Ukrainian model includes a larger number of compulsory long-term field training sessions. Prior to the war, these activities were conducted at the field station in the village of Gaidary (Kharkiv region) and in the Ukrainian Carpathians. Currently, however, all field-based learning is delivered remotely.

- *Technological integration:* Czechia is more advanced in integrating technologies such as virtual reality into

the curriculum, while Ukraine faces challenges related to limited resources and the necessity of distance learning due to the war. Nevertheless, V.N. Karazin Kharkiv National University is actively progressing in the adoption of digital tools and modern teaching methodologies.

Conclusions. The analysis of geography teacher training in Czechia (University of West Bohemia) and Ukraine (V.N. Karazin Kharkiv National University) demonstrates both the progress that has been made and the challenges that remain. Both countries have established strong foundations for preparing future geography teachers, with a focus on integrating pedagogy and content knowledge, practical experience, and fieldwork. Looking ahead, further modernization of curricula, increased use of VR technology, and international cooperation will be key to ensuring that geography teachers are well-prepared to meet the demands of 21st-century education.

REFERENCES:

1. Bondarenko, V., Semenova, A., & Vysotska, T. (2021). Processes of reforming the educational policy of Ukraine and the countries of the European Union: a comparative analysis. *EUREKA: Social and Humanities*, 6, 52–67. <https://doi.org/10.21303/2504-5571.2021.002195> [in English].
2. Department of Geosciences of the Center for Biology, Geosciences and Environmental Education [in Czech]. (n.d.). Retrieved April 10, 2025, from <https://www.cbagg.zcu.cz/cs/> [in Czech].
3. Duffek, V., Fiala, J., Hořejší, P., Mentlík, P., Polcar, J., Průcha, T., & Rohlíková, L. (2021). Pre-service teachers' immersive experience in virtual classroom. In A. M. M. Tjoa et al. (Eds.), *Research and innovation forum 2020* (pp. 155–170). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62066-0_12 [in English].
4. Honcharuk, V., Rozhi, I., Dutchak, O., Poplavskyi, M., Rybinska, Y., & Horbatiuk, N. (2021). Training of future geography teachers to local lore and tourist work on the basis of competence approach. *Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala*, 13(3), 429–447. <https://doi.org/10.18662/rrem/13.3/460> [in English].
5. Hutchinson, S. M., Hurrell, E. R., Borysenko, K., Popov, V., Kholiavchuk, D., & Popiuk, Y. (2024). Resilient education: The role of digital technology in supporting geographical education in Ukraine. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 00, e12728. <https://doi.org/10.1111/tran.12728> [in English].
6. Janík, T., Slavík, J., Najvar, P., & Češková, T. (2024). On the theory of content transformation in education: The 3A methodology for analysing and improving teaching and learning. Routledge [in English].
7. Luniachek, V., Borysenko, K., & Varenko, T. (2020). Educational trainings for future geography teachers: Ukrainian perspective. *GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeducacionais*, 11, 406–422. <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v11i0.941> [in English].
8. Nosachenko, V. (2023). Methodological approaches to preparing future geography teachers for continuous professional development. *Scientia et Societas*, 2(2), 110–118. <https://doi.org/10.69587/ss/2.2023.110> [in English].
9. Oliveira, S. N., Souza, L. dos S. de, & Carvalho, D. M. de. (2023). Teacher training in geography and the perspective of continuing training. *Geopauta*, 7, e12119. <https://doi.org/10.22481/rg.v7.e2023.e12119> [in English].
10. Study programs of the School of Geology, Geography, Recreation and Tourism. URL: <https://geo.karazin.ua/opp2024/> (date of access: 10.04.2024) [in Ukrainian].

The article was received by the editors 13.03.2025

The article is recommended for printing 21.04.2025

Дуффек Вацлав – кандидат географічних наук, старший викладач кафедри геонаук. Центр біології, геонаук та екологічної освіти. Педагогічний факультет. Університет Західної Богемії; e-mail: Duffek.V@seznam.cz; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9366-9517>

Попович Наталя – кандидат педагогічних наук, доцент ЗВО кафедри фізичної географії та картографії факультету геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна; e-mail: n.v.porovych@karazin.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4968-6296>

Борисенко Катерина – кандидат географічних наук, доцент ЗВО кафедри фізичної географії та картографії факультету геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна; e-mail: k.borysenko@karazin.ua; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7435-6857>

ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ГЕОГРАФІЇ В ЧЕХІЇ ТА УКРАЇНІ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДВОХ УНІВЕРСИТЕТІВ

Метою цієї статті є дослідити сучасний досвід підготовки вчителів географії в Чехії та Україні на прикладі Університету Західної Богемії та Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна.

Основний матеріал. У чеській освітній системі здобуття кваліфікації вчителя зазвичай передбачає проходження трирічної бакалаврської програми (180 кредитів) та дворічної магістерської програми (120 кредитів), тоді як в Україні бакалаврат триває чотири роки (240 кредитів), а магістратура – півтора року (90 кредитів) або два роки (120 кредитів).

Підготовка вчителів географії на кафедрі геонаук Університету Західної Богемії здійснюється на магістерському рівні (після підготовчої бакалаврської програми) і передбачає можливість поєднання з іншими навчальними дисциплінами. Бакалаврська програма з географії для освітян акцентує увагу на академічній підготовці в галузі географії та педагогіки, готуючи студентів до подальшого навчання. Вона включає польові дослідження, дипломну роботу дослідницького характеру та державний іспит. Наступна магістерська програма орієнтована на методику викладання географії й охоплює регіональні дисципліни, три етапи педагогічної практики та інноваційне навчання із використанням VR-симулятора класної кімнати. Фінальний державний іспит має унікальний формат імітації реального викладання, під час якого студенти повинні продемонструвати як географічні знання, так і педагогічні компетентності.

Підготовка вчителів географії на факультеті геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна здійснюється як на бакалаврському, так і на магістерському рівнях через спеціалізовані програми, що поєднують географічні, педагогічні та практичні компоненти. Бакалаврат готує студентів до викладання географії, природознавства та економіки, приділяючи увагу фундаментальним знанням, педагогіці та значному обсягу польових практик. Магістерські програми мають дві спеціалізації – природничо-наукову та економічну – що дає змогу студентам поглибити свої знання та викладацькі навички. Обидва рівні включають педагогічні практики та завершуються публічним захистом кваліфікаційної роботи.

Висновки. Аналіз системи підготовки вчителів географії в Чехії (Університет Західної Богемії) та України (Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна) демонструє як досягнення, так і наявні виклики. Обидві країни створили міцну основу для підготовки майбутніх учителів географії, приділяючи увагу поєднанню педагогічної та предметної підготовки, практичному досвіду й польовим дослідженням. У перспективі важливими напрямками залишаються подальша модернізація навчальних програм, активніше впровадження VR-технологій та розширення міжнародного співробітництва, що забезпечить належну підготовку вчителів географії до освітніх викликів XXI століття.

Ключові слова: підготовка вчителів географії, майбутні педагоги, порівняльна освіта, професійний розвиток, педагогічні компетентності, Чехія, Україна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Bondarenko, V., Semenova, A., Vysotska, T. Processes of reforming the educational policy of Ukraine and the countries of the European Union: a comparative analysis. *EUREKA: Social and Humanities*. 2021. No. 6. P. 52–67. URL: <https://doi.org/10.21303/2504-5571.2021.002195>
2. Department of Geosciences of the Center for Biology, Geosciences and Environmental Education [in Czech]. URL: <https://www.cbgg.zcu.cz/cs/> (date of access: 10.04.2024)
3. Duffek, V., Fiala, J., Hořejší, P., Mentlík, P., Polcar, J., Průcha, T., Rohlíková, L. Pre-service teachers' immersive experience in Virtual Classroom. *Research and Innovation Forum 2020*. Cham: Springer, 2021. P. 155–170. ISBN 978-3-030-62065-3, ISSN 2213-8684
4. Honcharuk, V., Rozhi, I., Dutchak, O., Poplavskiy, M., Rybinska, Y., Horbatiuk, N. Training of future geography teachers to local lore and tourist work on the basis of competence approach. *Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala*. 2021. Vol. 13, no. 3. P. 429–447. DOI: <https://doi.org/10.18662/rrem/13.3/460>
5. Hutchinson, S.M., Hurrell, E.R., Borysenko, K., Popov, V., Kholiavchuk, D., Popiuk, Y. Resilient education: the role of digital technology in supporting geographical education in Ukraine. *Transactions of the Institute of British Geographers*. 2024. Vol. 00. Article e12728. DOI: <https://doi.org/10.1111/tran.12728>
6. Janík, T., Slavík, J., Najvar, P., Češková, T. On the theory of content transformation in education: the 3A methodology for analysing and improving teaching and learning. New York: Routledge, 2024. 192 p.

7. Luniachek, V., Borysenko, K., Varenko, T. Educational trainings for future geography teachers: Ukrainian perspective. *GEOSABERES: Revista de Estudos Geoducacionais*. 2020. Vol. 11. P. 406–422. URL: <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v11i0.941>
8. Nosachenko, V. Methodological approaches to preparing future geography teachers for Continuous Professional Development. *Scientia et societas*. 2023. Vol. 2, no. 2. P. 110–118. URL: <https://doi.org/10.69587/ss/2.2023.110>
9. Oliveira, S. N., Souza, L. dos S. de, Carvalho, D. M. de. Teacher Training in Geography and the Perspective of Continuing Training. *Geopauta. Vitória da Conquista*, 2023. Vol. 7. Article e12119. URL: <https://doi.org/10.22481/rg.v7.e2023.e12119>
10. Study programs of the School of Geology, Geography, Recreation and Tourism. URL: <https://geo.karazin.ua/opp2024/> (date of access: 10.04.2024)

Стаття надійшла до редакції 13.03.2025

Стаття рекомендована до друку 21.04.2025

DOI: 10.26565/2075-1893-2025-41-06
UDC 528.9:633.85

Borys Shulika*

PhD of Sciences (Geography), Associate Professor at the Department of Physical Geography and Cartography. Faculty of Geology, Geography, Recreation and Tourism; e-mail: b.o.shulika@karazin.ua, shulika91@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2427-4124>

Anastasiia Huz-Mishatkina*

Master of Geography. Department of Physical Geography and Cartography. EPP «Cartography, geographic information systems and remote sensing of the earth». Faculty of Geology, Geography, Recreation and Tourism; e-mail: Guzmoskalenko@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-0181-1255>

Nadiia Cherkashyna*

Senior Lecturer at the Department of Foreign Languages for Professional Purposes; e-mail: n.i.cherkashyna@karazin.ua, cherka@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4066-2530>

Yuliia Serzhantova*

Senior Lecturer at the Department of Physical Geography and Cartography. Faculty of Geology, Geography, Recreation and Tourism. V.N. Karazin Kharkiv National University; e-mail: y.serzhantova@karazin.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-9896-3768>

*V.N. Karazin Kharkiv National University Svobody Square, 4, Kharkiv, 61022, Ukraine

Cartographic support of agricultural activities (case of rapeseed cultivation)

The purpose of this article is a systematic analysis of cartographic support introduction in rapeseed cultivation to increase the efficiency of agricultural production.

Main material. The use of modern cartographic methods is an integral part of the sustainable development of agricultural production. Introduction of these technologies contributes to increasing efficiency of land resource use, adaptation of the agricultural sector to climate change and environmental protection.

Comparison of average, minimum and maximum NDVI values showed a stable trend towards improving the state of vegetation in the studied period. Analysis of vegetation conditions in Cherkasy region based on average NDVI values allows us to assess deeper the agroecological conditions of the region and the potential of its territories for agricultural production. Analysis of the obtained NDVI data demonstrated significant variability in the level of vegetation cover, which indicates various natural and anthropogenic factors that affect the productivity of agricultural lands.

Conclusions. Analysis of the theoretical foundations of modern cartographic methods application in agriculture has confirmed that geoinformation technologies, remote sensing of the Earth and vegetation indices, in particular NDVI, are effective tools for cartographic support of management decisions regarding agricultural processes. Assessment of the NDVI index value confirmed its effectiveness in monitoring the condition of rapeseed at different stages of growth. Analysis of the obtained NDVI data demonstrated significant variability in the level of vegetation cover, which indicates various natural and anthropogenic factors affecting the productivity of agricultural lands. The work carried out on the analysis of vegetation conditions in Cherkasy region, based on average NDVI values, allows for a deeper assessment of the regional agroecological conditions and the potential of its territories for agricultural production.

Keywords: *rapeseed, weather conditions, temperature regime, mapping, crop rotation, cultivation technologies, NDVI.*

In cites: Shulika, B., Huz-Mishatkina, A., Cherkashyna, N., Serzhantova, Y. (2025). Cartographic support of agricultural activities (case of rapeseed cultivation). *The problems of continuous geographical education and cartography*, (41), 55–63. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2025-41-06> (in English)

Introduction. In modern agriculture, ensuring effective management of land resources and productivity is one of the main prerequisites for sustainable development of the agricultural sector. Innovative approaches, in particular the use of cartographic methods, are becoming especially relevant in the context of rational use of natural resources and increasing the productivity of cultivated crops. The use of cartographic data allows agronomists to optimize resource management, contributing to increased productivity and crop quality, reduced costs and negative impact on the environment.

The relevance of the research topic is due to the growing demand for rapeseed, which is an important source of raw materials for production of foods, biofuels and animal feed. The use of modern cartographic methods in agricultural production, such as topographic maps, satellite data and vegetation indices, allows us to assess the condition of fields, plan crops more accurately, as well as monitor the crop conditions throughout the growing season. This will allow you to solve key tasks of managing the sown areas and provide optimal conditions for growing rapeseed as well. This creates opportunities for accurate planning of agrotechnical measures, monitoring the condition of crops, controlling soil fertility and managing other important factors.

Agricultural production of rapeseed, as one of the most demanded products on the world market, requires maximizing productivity and minimizing resource costs, in particular, fertilizers, water resources as well as soil cultivation. The relevance of the study is increasing in the context of climate change as well, which causes unpredictable changes in the conditions for growing agricultural crops.

Background. History of humankind shows that the use of cartography in agriculture has always been important for ensuring sustainable development. With the development of modern technologies, maps have become even more detailed and accurate thanks to the use of geographic information systems (GIS) and satellite data. Modern farmers use these systems to create interactive maps of their fields, which allow them not only to see the relief and soils, but also to obtain data on the current condition of crops, moisture levels and nutrients in the soil. This mitigates making quick and accurate decisions about crop care and responding quickly to changing climatic conditions. For example, in Canada, farmers use satellite images to monitor the condition of fields, which allows them to reduce irrigation costs and optimize fertilizer application. Thanks to such innovations, the efficiency of growing crops, including rapeseed, increases, and the environmental load on the environment decreases.

Fertility analysis also allows for more efficient planning of fertilizer costs, as it is possible to determine the need for introduction of certain nutrients more accurately.

The use of topographic and land maps gives farmers the opportunity to integrate these data in creation of a comprehensive crop management system. Having analyzed the relief and soils, we can develop an agrotechnical plan, which includes land cultivation, fertilizer application, as well as selection of the best time for sowing and harvesting. In particular, rapeseed, which requires regular irrigation, can grow on flat areas with good drainage. However, it is better to grow crops that are less sensitive to moisture deficiency and can retain soil on slopes with a risk of erosion. This approach minimizes the risks of crop loss due to adverse natural conditions and allows for the most efficient use of available resources [8].

Maps are the foundation for developing such adaptation strategies, providing farmers with the information they need to make decisions about which crops to grow, how to space them, and when to harvest them [3]. In conclusion, the use of topographic and land maps in agriculture is critical to increasing production efficiency and resilience to natural challenges. Historical examples of maps show that they have always played a crucial role in the development of agriculture. Moreover, modern technologies further expand their potential, allowing farmers to plan their actions better and achieve high results [2].

The purpose of the article is a systematic analysis of the possibilities to introduce cartographic support in rapeseed cultivation in order to increase the efficiency of agricultural production.

To fulfill and achieve the goal, we have set the following tasks:

1. To analyze theoretical principles of mapping used in agriculture.
2. To analyze the specifics of rapeseed cultivation and determine geographical, agroclimatic and spatial factors that affect its productivity.
3. To investigate the possibilities of using satellite images, agronomic maps and other geospatial data to monitor the condition of rapeseed crops and improve management of agricultural processes.
4. To develop cartographic materials for monitoring rapeseed crops, to assess the value of the NDVI index to control the state of its vegetation.
5. To develop recommendations for minimizing the negative impact on the environment, as well as to assess the agroecological conditions of the region and the potential of its territories for agricultural production.

Presentation of the main material. The use of topographic and land maps for crop planning is a key aspect of effective agricultural production, as these maps provide accurate information about the terrain, water resources and soil conditions, helping farmers make informed decisions. Topographic maps depict physical characteristics of the territory, including elevations, slopes, water sources and drainage systems [5].

Agronomic maps are an extremely valuable tool for modern agriculture, as they provide detailed

information about the condition of soils, the specifics of the relief, the level of fertility, moisture, prevalence of vegetation and even the impact of climatic conditions on specific areas. Due to such information, agronomists and farmers can effectively plan and control the processes of sowing, cultivation and harvesting. Creation of agronomic maps uses a wide range of data obtained through various sources, including satellite imagery, aerial photography, soil samples, climate sensors and data collected by drones.

To depict field conditions accurately, these maps are created using geographic information systems (GIS), which allows us to combine spatial data with information about the soil and agrotechnical condition of the fields. GIS technologies help analyze large volumes of geospatial data and display various field parameters with high accuracy, from changes in moisture levels to soil acidity and its mechanical composition [6]. In particular, agronomic maps allow you to identify areas with different levels of fertility and suitability for growing specific crops, such as rapeseed, which is important for increasing resource efficiency.

Agronomic maps play an important role in optimizing agronomic practices, such as fertilizer and pesticide application. They provide accurate information about the condition of each field, allowing for adaptation of agricultural practices to local conditions. For example, the use of agronomic maps for soil acidity management was introduced in the studies of G. Brady and R. Weil (2002), who emphasized the importance of liming to regulate soil pH in conditions of increased acidity.

Such maps are also becoming an important tool for reducing costs in crop cultivation. According to the works of K. Kuker (2011), proper optimization of fertilizer application rates based on cartographic data allows us not only to reduce costs for agrochemicals, but also to minimize the risk of excessive use of nitrogen, which contributes to the reduction of water pollution.

The use of cartographic tools for assessing environmental risks in agriculture is an important and powerful tool that allows farmers, ecologists and government organizations to obtain clear and structured information about the state of the environment and its interaction with agricultural practices. Thus, we can assess the spatial aspects of environmental risks, such as soil degradation, erosion, water pollution, climate change and the impact of agricultural activities on biodiversity. Modern technologies, such as satellite images, geographic information systems and drones, provide for detailed monitoring and creation of accurate maps that reflect changes in ecosystems and make it possible to predict their development [9].

Due to their high accuracy and detail, GIS can provide real-time monitoring of soil changes. Modern technologies allow for high-resolution images and data, which speeds up identification of problem areas and timely implementation of corrective measures. This is especially important for large agricultural enterprises,

where manual monitoring of soil conditions throughout the territory is an extremely difficult task.

Therefore, geoinformation models for assessing soil degradation due to rapeseed cultivation are an indispensable tool in modern agriculture. The use of such models allows to monitor soil conditions effectively, analyzing the risks of erosion, loss of organic matter and pollution, as well as planning agricultural practices that reduce the environmental load on the land.

Summarizing the above, we can note that comparative analysis of satellite images allows farmers to identify problems in rapeseed fields timely, in particular, those associated with insufficient moisture, damage from pests or diseases, as well as violations in crop care. The use of vegetation indices, such as NDVI and EVI, allows you to effectively assess the condition of crops and promptly take the necessary measures to ensure stable yields. Using satellite technologies, we can reduce costs for agrotechnical measures, as well as negative impact on the environment and improve the crop quality.

The main advantage of precision farming is the ability to make decisions based on real-time data. Satellite images provide information that allows you to assess plant health and vegetation levels using indices such as NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

One important aspect of precision farming is optimizing fertilizer and pesticide application. Using satellite images, we can determine more accurately in which areas of the field you need to increase or decrease the application rates of substances. This not only helps reduce the cost of chemicals, but also reduces the risk of environmental pollution. For example, instead of evenly spraying fertilizer over the entire field, precision farming allows you to apply fertilizer only where the plants need it.

Precision farming also allows you to predict yields. Knowledge of plants condition and vegetation level allows you to create models that can predict the amount of harvest in a particular field with a fair degree of accuracy. Forecasts can take into account weather conditions, soil moisture, the amount of fertilizer applied, and the health of the plants. In this way, farmers can plan their resources and sell the harvest more economically profitably [4].

Precision agriculture based on satellite data is already an important stage in transformation of the agricultural sector and has every chance of becoming a key technology in the future of agriculture.

Rapeseed cultivation occupies a significant place in the modern agricultural sector and is of great importance for many countries, as it is a source of oil, animal feed, and biofuels. However, this crop has both positive and negative impacts on soils and ecosystems that are the basis of agriculture. Rapeseed, in particular, actively affects the soil, using nutrients, changing the structure and composition of the soil, affecting the surrounding biodiversity and water resources. Understanding of

the rapeseed impact on the ecosystem is important for developing sustainable agricultural strategies that provide both high yields and minimal impact on the natural environment.

One of the advantages of growing rapeseed is the improvement of soil structure due to its extensive and deep root system. Rapeseed roots can penetrate into the lower soil horizons, loosening it and improving its water and air permeability. This creates favorable conditions for the root system of other crops, especially when using rapeseed in crop rotation. Such an improvement in soil structure preserves moisture, which is of particular importance in arid regions where water is a limited resource. In addition, rapeseed forms a dense plant cover that prevents soil erosion, protecting its surface from the destructive effects of wind and water, which is especially important on slopes and in regions with a high risk of erosion.

To reduce negative impact of rapeseed on the ecosystem, it is important to apply a sustainable approach to its cultivation. For example, alternating rapeseed with other crops within the crop rotation allows us to reduce the risk of pathogens and pests accumulation that can affect this crop, and to maintain natural fertility of the soil as well. Crop rotation helps to restore nutrients in the soil, reducing the need for large amounts of fertilizers.

Satellite monitoring of rapeseed crops is one of the most modern and effective tools for agricultural management, allowing farmers to receive accurate and up-to-date data on the condition of their fields in real time. Thanks to the development of satellite technologies, agronomists and farmers can carry out constant monitoring without having to be on site, which significantly reduces the cost of time and human resources.

The use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to assess the condition of vegetation is an important part of modern agricultural field management and ecosystem monitoring. NDVI is a numerical indicator calculated from spectral data obtained with the help of satellites or drones. It allows you to assess the health of vegetation, its density, photosynthetic activity and general condition at different stages of development. This index plays a key role in agricultural management, as it allows farmers to receive accurate information about the condition of crops, identify problems in a timely manner and make informed decisions regarding further agrotechnical measures [13].

NDVI shows how vegetation reflects light in different parts of the spectrum. Green plants actively absorb visible red light for photosynthesis and reflect most of the near infrared (NIR) radiation. When plants are healthy, they have a high capacity for photosynthesis, which results in a significant difference between red absorption and infrared reflection. NDVI is calculated using a formula that includes red (Red) and near infrared (NIR) radiation reflectance

$$NDVI = ((NIR - Red)) / ((NIR + Red))$$

This indicator varies from -1 to 1. Values close to 1 indicate dense and healthy vegetation, while values close to 0 or negative may indicate a lack of vegetation or plant stress caused by, for example, drought, disease or nutrient deficiency [12].

Considering all these factors, growing rapeseed can be quite productive and profitable, but it requires a responsible approach to resource use. The use of agrotechnology and sustainable farming approaches will reduce the negative impact of rapeseed on the soil and ecosystem, while ensuring high yields and minimal environmental risks. In the future, implementation of innovative solutions and sustainable practices will be a key to ensuring food security and preserving natural resources.

One of the key aspects of such optimization is the ability to accurately calculate the amount of seeds, fertilizers and other resources needed for a specific plot. GIS-based soil fertility maps show the levels of essential nutrients in each part of the field. This allows for more accurate fertilizer application planning, focusing on nutrient-deficient areas, helping to avoid unnecessary costs and improve productivity.

The authors have chosen Cherkasy region for the study for several reasons that emphasize its importance as one of the leading agricultural regions of Ukraine. Firstly, the region is located in the central part of the country, which provides stable soil and climatic conditions and convenient access to data analysis. This makes the region representative of the Forest-Steppe zone, which is important for agricultural production.

One of the main reasons for choosing Cherkasy region is its soil cover. Black soils dominate in the region, considered to be among the most fertile in the world. These soils have a high humus content (4–6%), which contributes to the cultivation of rapeseed as a highly productive crop. Fertile black soils provide stable yields even with minimal fertilizer application, which allows for efficient use of resources [10].

The climatic conditions of Cherkasy region are also favorable for cultivation of rapeseed. Moderately continental climate with an average annual temperature of +8°C, sufficient rainfall (500–600 mm per year) and a long growing season (approximately 200 days) create optimal conditions for the growth and development of this crop. Winter periods with mild frosts ensure good wintering of winter rapeseed, which is important for high yields.

In addition, Cherkasy region has a developed infrastructure for agriculture, which includes access to modern machinery, agrochemicals and possibility to implement innovative technologies such as precision agriculture. This allows us to conduct research based on geospatial data and satellite monitoring, which is especially important for assessing the conditions of rapeseed crops.

Another reason is the economic importance of Cherkasy region as an agricultural region. Agriculture plays a leading role in the economy of the region, and

rapeseed is an important crop for export trade and biofuel production. Research in this region allows us not only to assess crop productivity, but also to provide practical recommendations for improving the efficiency of their cultivation.

Cherkasy region demonstrates certain challenges associated with the uneven distribution of precipitation and the impact of climate change, in particular, more frequent droughts. This makes the region ideal for testing innovative methods of crop monitoring and yield management [11]. The results of the study can become a valuable tool for adapting agriculture to new climatic conditions both in Cherkasy region and in other regions of Ukraine.

It is also worth noting that the duration of the growing season in Cherkasy region is approximately 200-210 days. This is enough for growing most crops, including rapeseed. In early spring, when the soil warms up, plants quickly resume vegetation, which allows them to effectively use the moisture accumulated over the winter.

Regarding the structure of soils (Table 1), in addition to black soils, there are meadow soils and gray forest soils in Cherkasy region which are less fertile, but also suitable for agricultural use, provided that organic and mineral fertilizers are applied [1]. Gray forest soils are usually located on elevations, while meadow soils are found in river valleys and are characterized by significant moisture. These soils require a special approach to cultivation and increasing their fertility.

Thus, the soil and climatic conditions of Cherkasy region are extremely favorable for growing rapeseed, although they require adaptation to new challenges associated with climate change. The combination of high soil fertility, temperate climate and sufficient rainfall creates all the prerequisites for the effective cultivation of this crop, especially under the conditions of rational use of resources and introduction of modern technologies [7].

Table 1

Soils characteristics in Cherkasy region

Parameter	2020	2021	2022
Humus (%)	2.5	2.7	2.9
pH	6.0	6.2	6.4
Nitrogen (mg/kg)	40	42	45
Phosphorus (mg/kg)	25	28	30
Potassium (mg/kg)	120	125	130

We used Sentinel Hub Playground as the main platform for obtaining and processing satellite images within the framework of the task. This online platform allows you to work quickly and conveniently with Sentinel-2 images, providing access to multispectral data, including the channels necessary for calculating the NDVI index (RED and NIR).

As part of the study of vegetation cover conditions in Cherkasy region, we have analysed the NDVI index

(Normalized Difference Vegetation Index) for three years - 2020, 2021 and 2022 (Table 2). This analysis allows us to assess the dynamics of vegetation changes and identify areas with different levels of productivity, important for assessing the ecological state and the effectiveness of agrotechnical measures in the region.

The data indicate that the highest average NDVI was recorded in Zvenigorodskyi district (0.81), which may indicate the best condition of crops in this area. Cherkasy district also demonstrates a high NDVI (0.78), indicating generally favorable conditions for plant growth. Uman district has the lowest NDVI value (0.65), which may be due to less favorable climatic or soil conditions, insufficient moisture, or other factors. Zolotonosha and Smilan districts have average NDVI values (0.69 and 0.72, respectively), which indicate a satisfactory condition of vegetation.

Table 2

Comparison of average, minimum and maximum NDVI values

Parameter	2020	2021	2022
Average NDVI value	0.60	0.63	0.67
Minimum NDVI value	0.25	0.30	0.35
Maximum NDVI value	0.80	0.85	0.88
Area with high NDVI (>0.7)	40%	45%	50%
Area with low NDVI (<0.4)	25%	20%	15%

According to the created thematic map (Fig. 1), the highest NDVI values are observed in Zvenigorodskyi, Cherkasy, Kaniv, and Kamyansk districts. This indicates a high level of photosynthetic activity of plants, which may be the result of favorable soil and climatic conditions, sufficient moisture and effective management of agrotechnical measures. These areas have high potential for growing crops that require active growth and development under conditions of optimal resource availability. The average NDVI values recorded in areas such as Smila, Zolotonosha, Talnivsky and Horodyshchensky indicate a moderate level of vegetation cover. This may be due to the unevenness of natural resources, such as moisture supply, or to average soil fertility. Such areas require additional monitoring to identify factors that limit the potential of vegetation and plan appropriate agrotechnical measures.

Lower NDVI values were recorded in Uman, Khrystynivsky, Monastyrshchensky and Mankivsky districts. These areas are likely to face certain environmental or agrotechnical problems, such as soil erosion, insufficient rainfall or the impact of human activities, including irrational use of land resources. An action plan to improve the state of vegetation cover should be developed for these areas. This may include optimizing irrigation, implementing modern agricultural technologies, rational fertilizer application and monitoring soil conditions.

The results have also showed that areas with high NDVI values are characterized by significant biological

productivity and ecological sustainability. This may become the basis for expanding crops cultivation with high commercial value.

For example, in the conditions of Cherkasy region, these may be cereals, oilseeds, as well as vegetables. A high level of NDVI may also be an indicator of the region's potential for the introduction of organic farming.

NDVI analysis has become an effective tool for studying the state of vegetation cover in the region, as it provides accurate information about the level of photosynthetic activity of plants over a large area. The methodology for analyzing satellite data allows you to obtain relevant data for decision-making quickly and economically. This is especially important for Cherkasy region, which has great agricultural potential.

In general, the results of the work demonstrate the significant potential of Cherkasy region for further development of agriculture, taking into account environmental features and the implementation of modern management methods. The use of NDVI analysis allows us not only to assess the current state of vegetation, but also to identify risk areas to increase the efficiency of land resource use. This, in turn, can contribute to the sustainable development of the region and increase the well-being of the local population.

Reducing the negative impact of agricultural activities on the environment is an important task that requires an integrated approach. Rapeseed cultivation, like many other crops, has both positive and negative consequences for the ecosystem and soils. In this

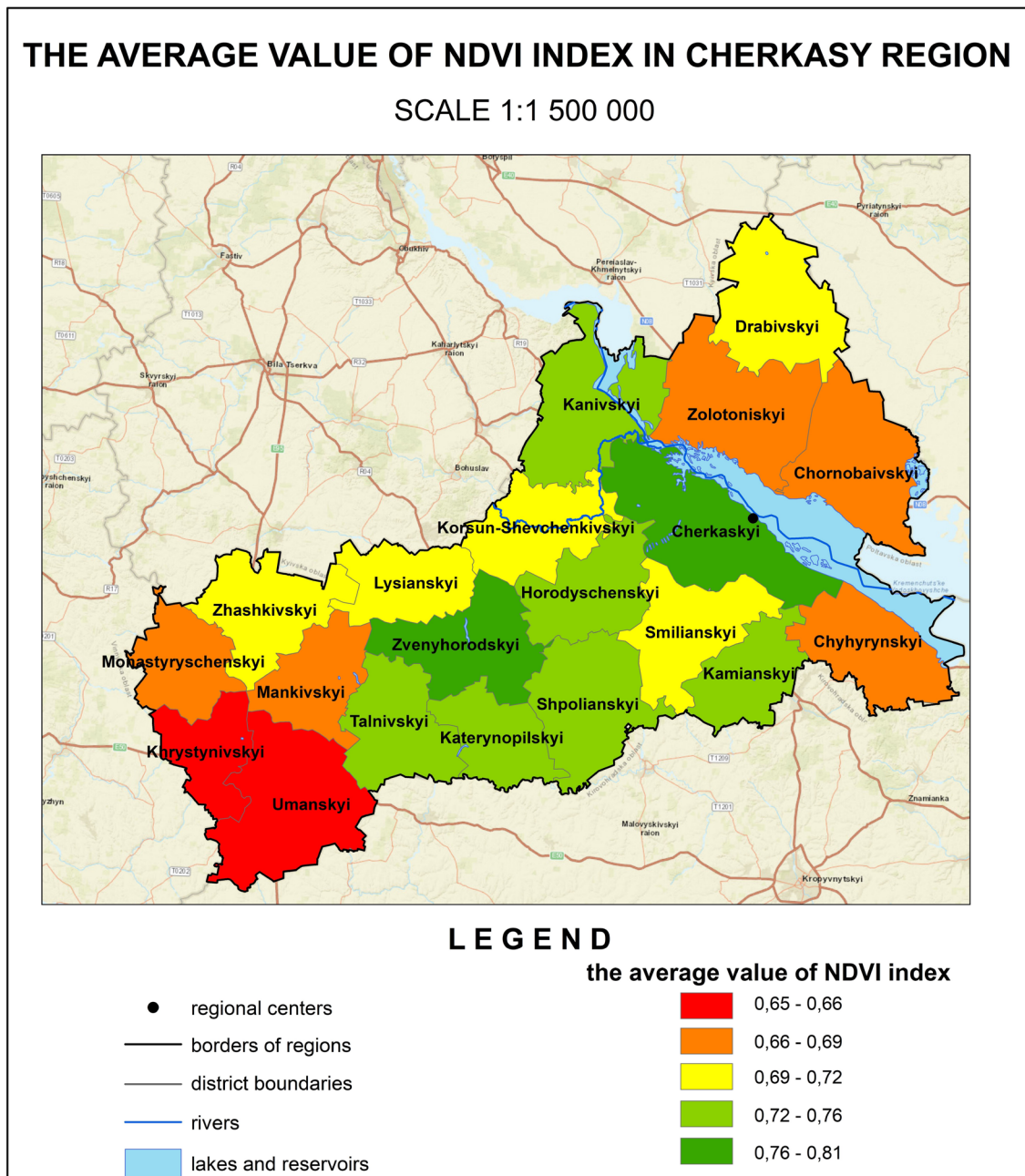


Fig. 1. Map of the average NDVI index value of Cherkasy region

regard, it is important to apply a sustainable approach to agricultural management, focusing on preserving natural fertility of the soil, reducing the use of chemical plant protection products and fertilizers, as well as optimizing the use of water resources. One of the most effective methods of maintaining sustainability of agricultural ecosystems is introduction of crop rotation, which allows you to avoid soil depletion and accumulation of pests, characteristic of monocultures. Alternating rapeseed with other crops, such as cereals or legumes, not only helps to reduce pest populations and the risk of plant diseases, but also maintains the natural structure of the soil, as the basis of its fertility.

Geoinformation technologies used for environmental risk assessment allow integrating various data on soils, water, vegetation and climatic conditions into a single system, creating multi-layered models of the state of agricultural landscapes. This contributes to effective monitoring and timely detection of degradation processes, such as erosion, reduction of organic matter or pollution, allowing farmers to respond in a timely manner and adjust agricultural measures. The use of drones for monitoring crops and soil conditions makes it possible to obtain data with high accuracy, which allows you to identify problem areas quickly and take the necessary measures to restore them. In addition, raising farmers' awareness of sustainable practices of ecological agriculture is important for reducing the negative impact on the environment.

Training programs and information campaigns aimed at spreading knowledge about the rational use of fertilizers, the benefits of biological plant protection methods, precision agriculture methods and efficient water management help farmers understand the possible consequences of their actions better and contribute to the implementation of sustainable practices in agriculture. Sustainable use of agricultural land, in particular rapeseed fields, requires an integrated approach to ecosystem management. It includes biodiversity conservation, rational use of resources, monitoring and control of the state of soils and ecosystems, as well as the implementation of environmentally responsible agricultural technologies.

Conclusions. 1. Analysis of the theoretical foundations of modern cartographic methods application in agriculture confirmed that geoinformation technologies, remote sensing of the Earth and vegetation indices, in particular NDVI, are effective tools for cartographic support of management decisions regarding agricultural processes. These methods provide fast and accurate monitoring of vegetation conditions, allowing us to optimize the use of natural resources.

2. Spatial features of rapeseed cultivation are determined by geographical, in particular, agroclimatic (moisture supply, temperature regime), soil (soil

fertility level) factors, while yield largely depends on the proper organization of crop rotation. Analysis of data from Cherkasy region shows that rapeseed has high potential provided that agrotechnical measures are adapted to local natural conditions.

3. The use of Sentinel-2 and Landsat-8 satellite images to monitor the condition of rapeseed crops allows assessing the condition of vegetation at different stages, identifying problem areas and predicting yield. Agronomic maps take into account the heterogeneity of soils and climatic conditions, which contributes to increasing rapeseed yield through optimization of soil cultivation, crop rotation management and efficient use of resources. The authors compiled cartographic works of Cherkasy region based on the above sources of cartographic information, which agricultural producers can use to improve management of the sown areas.

4. Assessment of the NDVI index value confirmed its effectiveness for monitoring the condition of rapeseed at different stages of growth. Analysis of the obtained NDVI data for the districts of Cherkasy region demonstrated significant variability in the level of vegetation cover, which indicates various natural and anthropogenic factors that affect the productivity of agricultural lands. The highest NDVI values are in Zvenigorod, Cherkasy, Kaniv and Kamiansky districts of Cherkasy region, which indicates a high level of photosynthetic activity of plants, favorable soil and climatic conditions, as well as the effective management of agrotechnical measures. Lower NDVI values were calculated for Uman, Khrystynivka, Monastyryshchensky and Mankivsky districts of Cherkasy region. A high level of NDVI serves as an indicator of the region's potential for the introduction of agriculture.

5. The work carried out on the analysis of the state of vegetation in Cherkasy region based on average NDVI values allows for a deeper assessment of the agro-ecological conditions of the region and the potential of its territories for agricultural production. The results of the work demonstrate the significant potential of Cherkasy region for further development of agriculture, taking into account environmental features and introduction of modern management methods. We recommend that in Zvenyhorod, Cherkasy, Kaniv and Kamiansky districts of Cherkasy region, which are environmentally sustainable, consider the possibilities of expanding the volume of cultivation of agricultural crops with high commercial value, in particular grain crops, oilseeds, vegetables, and the introduction of organic farming. For Uman, Khrystyniv, Monastyryshchen, and Mankiv districts of Cherkasy region, we recommend to develop an action plan on improving conditions of the vegetation cover, including optimizing irrigation, implementing modern agricultural technologies, rational fertilizer application, as well as monitoring soil conditions.

REFERENCES:

1. Voloshchuk O. P., Kosovska R. Yu. (2015). Seed productivity and sowing qualities of winter rapeseed depending on seed sowing rates and levels of mineral nutrition of plants. *Foothill and mountain agriculture and livestock*. N57. 43-50 [in Ukrainian].
2. Zhdanovich O.V. (2012). Maps and geographic information systems on the Internet. *Bulletin of the NAS of Ukraine*. N7. 50-55 [in Ukrainian].
3. Zholobak G. M. (2010). Using remote sensing methods for monitoring agricultural resources of Ukraine. *Space Science and Technology*. Vol. 16., N6. 16-23 p. [in Ukrainian].
4. Karpenko A. M. (2013). Current status and problems of agricultural land use in Ukraine. *Bulletin of the Bila Tserkva National Agrarian University*. N10. 82-87 [in Ukrainian].
5. Lazorenko-Hevel N., Karpinsky Yu., Kin D. (2021). Features of creating (updating) digital topographic maps for the formation of the main state topographic map. *Modern achievements of geodetic science and production*. Is 1. 113-122 [in Ukrainian].
6. Maguire B., Pashynska N., Datsenko L., Govorov M., Putrenko V. (2016). Introduction to geoinformation systems for spatial data infrastructure: a textbook. Kharkiv: Planeta-Print, 396 [in Ukrainian].
7. Muzyka P., Urba S., Goncharenko L. (2019). Analysis of the state and efficiency of land resource use in Ukraine. *Scientific notes of V. I. Vernadsky TNU. Series: Economics and Management*. Vol. 30, N4. 46-51 <https://doi.org/10.32838/2523-4803/69-4-33> [in Ukrainian].
8. Rudenko L. G., Bochkovska A. I. (2018). Development of cartographic direction in Ukraine. *Ukrainian Geographical Journal*. N1. 3-10 <https://doi.org/10.15407/ugz2018.01.003> [in Ukrainian].
9. Sydorenko M. V. (2013). Carrying out cartographic analysis of the ecological regime of moistening of landscapes of the plain part of the territory of Ukraine. *Journal of Cartography*. Is 6. 184-191 [in Ukrainian].
10. Sytnyk O. I., Trokhymenko T. G. (2016). Climatic conditions and agronomic resources of Cherkasy region: monograph. Uman: Publisher «Sochynskiy M. M.», 192 [in Ukrainian].
11. Shulika B. O., Guz-Moskalenko A. R. (2022). The impact of climate change on the geographical conditions of rapeseed cultivation (on the example of the Kharkiv region). *Problems of continuous geographical education and cartography: Collection of scientific papers*. Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University. Is 35. 39-45 <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2022-35-05> [in Ukrainian].
12. EOS Data Analytics. Vegetation index NDVI: Formula and Use. URL: <https://eos.com/uk/make-an-analysis/ndvi/> (access: 05.12.2024) [in Ukrainian].
13. Schowengerdt R. A. (2007). Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing. 3rd ed. Burlington: Academic Press, 560 [in English].

The article was received by the editors 11.03.2025

The article is recommended for printing 12.04.2025

Борис Шуліка - к.г.н., доцент кафедри фізичної географії та картографії факультету геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна; e-mail: b.o.shulika@karazin.ua, shulika91@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2427-4124>

Анастасія Гузь-Мішаткіна - магістр географії кафедри фізичної географії та картографії, ОПП «Картографія, геоінформаційні системи і дистанційне зондування землі», факультет геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна; e-mail: Guzmanoskalenko@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-0181-1255>

Надія Черкашина - старший викладач кафедри іноземних мов професійного спрямування Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна; e-mail: n.i.cherkashyna@karazin.ua, cherka@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4066-2530>

Юлія Сержантова - аспірант, старший викладач кафедри фізичної географії та картографії факультету геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна; e-mail: y.serzhantova@karazin.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-9896-3768>

КАРТОГРАФІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ (НА ПРИКЛАДІ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ)

Метою цієї статті є системний аналіз можливостей впровадження картографічного забезпечення у вирощування ріпаку задля підвищення ефективності аграрного виробництва.

Основний матеріал. Використання сучасних картографічних методів, є невід'ємною складовою сталого розвитку аграрного виробництва. Впровадження даних технологій сприяє підвищенню ефективності використання земельних ресурсів, адаптації аграрного сектору до кліматичних змін і збереженню довкілля.

Порівняння середніх, мінімальних та максимальних значень NDVI показало стабільну тенденцію до покращення стану рослинності у досліджуваному періоді. Аналіз стану рослинності в Черкаській області на основі середніх значень NDVI дозволяє глибше оцінити агроекологічні умови регіону та потенціал його територій для сільськогосподарського виробництва. Аналіз отриманих даних NDVI продемонстрував значну варіативність рівня рослинного покриття, що свідчить про різні природні та антропогенні фактори, які впливають на продуктивність сільськогосподарських земель.

Висновки. Аналіз теоретичних засад використання сучасних картографічних методів у сільському господарстві підтвердив, що геоінформаційні технології, дистанційне зондування Землі та індекси рослинності, зокрема NDVI,

є ефективними інструментами для картографічного забезпечення прийняття управлінських рішень щодо сільсько-господарських процесів. Проведена оцінка значення індексу NDVI підтвердила його ефективність для контролю стану ріпаку на різних стадіях росту. Аналіз отриманих даних NDVI продемонстрував значну варіативність рівня рослинного покриття, що свідчить про різні природні та антропогенні фактори, які впливають на продуктивність сільськогосподарських земель. Виконана робота щодо аналізу стану рослинності в Черкаській області на основі середніх значень NDVI дозволяє глибше оцінити агроекологічні умови регіону та потенціал його територій для сільськогосподарського виробництва.

Ключові слова: ріпак, погодні умови, температурний режим, картографування, сівозміна, технології вирощування, NDVI.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Волощук О. П., Косовська Р. Ю. Насіннева продуктивність і посівні якості ріпаку озимого залежно від норм висіву насіння та рівнів мінерального живлення рослин. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 57. С. 43 – 50.
2. Жданович О.В. Карти та геоінформаційні системи в Інтернет. *Вісник НАН України*. 2012. №7. С. 50 – 55.
3. Жолобак Г. М. Використання методів дистанційного зондування Землі для моніторингу агресурсів України. *Космічна наука і технологія*. Т. 16., № 6. 2010, 16 – 23 с.
4. Карпенко А. М. Сучасний стан та проблеми використання сільськогосподарських угідь в Україні. *Вісник Білоцерківського національного аграрного університету*. 2013. № 10. С. 82 – 87.
5. Лазоренко-Гевель Н., Карпінський Ю., Кінь Д. Особливості створення (оновлення) цифрових топографічних карт для формування основної державної топографічної карти. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2021. Вип. 1. С. 113 – 122.
6. Магваір Б., Пашинська Н., Даценко Л., Говоров М., Путренко В. Вступ до геоінформаційних систем для інфраструктури просторових даних: навч. посіб. Харків: Планета-Принт, 2016. 396 с.
7. Музика П., Урба С., Гончаренко Л. Аналіз стану та ефективності використання земельних ресурсів в Україні. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського*. Серія: Економіка і управління. 2019. Т. 30, № 4. С. 46 – 51. <https://doi.org/10.32838/2523-4803/69-4-33>
8. Руденко Л. Г., Бочковська А. І. Розвиток картографічного напрямку в Україні. *Український географічний журнал*. 2018. №1. С. 3 – 10. <https://doi.org/10.15407/ugz2018.01.003>
9. Сидоренко М. В. Виконання картографічного аналізу екологічного режиму зволоження ланд-шафтів рівнинної частини території України. *Часопис картографії*. 2013. Вип. 6. С. 184 – 191.
10. Ситник О. І., Трохименко Т. Г. Кліматичні умови та агрономічні ресурси Черкаської області: моногр. Умань : Видавець «Сочинський М. М.», 2016. 192 с.: іл.
11. Шуліка Б. О., Гузь-Москаленко А.Р. Вплив кліматичних змін на географічні умови вирощування ріпаку (на прикладі Харківської області). *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*: Збірник наукових праць. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2022. Вип. 35. С. 39 – 45 <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2022-35-05>
12. EOS Data Analytics. Вегетаційний індекс NDVI: Формула та Використання. URL: <https://eos.com/uk/make-an-analysis/ndvi/> (дата звернення: 05.12.2024).
13. Schowengerdt, R. A. Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing. 3rd ed. Burlington: Academic Press, 2007. 560 p.

Стаття надійшла до редакції 11.03.2025

Стаття рекомендована до друку 12.04.2025

Тези доповідей, збірники матеріалів та збірники наукових праць, які видані за тематикою Міжнародних наукових конференцій (до 2011 р. – семінарів), що проводяться щороку на кафедрі фізичної географії та картографії Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна – опорній кафедрі (методичному центрі) з дисциплін картографо-топографічного циклу для університетів, які входять до Євразійської асоціації і здійснюють підготовку бакалаврів, спеціалістів та магістрів географії:

1. Досвід удосконалення навчального процесу з топографії та картографії на географічних факультетах університетів: Тези доп. Міжуніверситет. навч.-метод. семінару, Харків, травень 1993 р. – Х., 1993. – 45 с.
2. Сучасний стан та перспективи вивчення географії рідного краю у школах: Тези доп. Міжнарод. наук.-метод. семінару, Харків, 12-16 вересня 1994 р. – Х., 1994. – 141 с.
3. Шкільна топографія та картографія: реалії та перспективи: Тези доп. і повідом. наук.-метод. семінару викладачів ун-тів та засідання секції географічної картографії Навчально-методичної ради з географії Євразійської асоціації університетів, Харків, 12-15 вересня 1995 р. – Х., 1995. – 90 с.
4. Безперервна географічна освіта (дошкільна, шкільна, вузівська, післядипломна): нове у змісті і методиці: Матеріали III Міжнарод. наук.-метод. семінару, Харків, 9-13 вересня 1996 р. – Х., 1996. – 121 с.
5. Посилення практичної підготовки студентів-географів з топографії і картографії та координації і результативності досліджень з географічної картографії на картографічних кафедрах державних університетів: Матеріали 3-го Міжнарод. наук.-метод. семінару викладачів топографії та картографії держ. ун-тів, Харків, 7-11 липня 1997 р. – Х., 1997. – 80 с.
6. Безперервна географічна освіта: інноваційні методи і технології: Матеріали IV Міжнарод. наук.-метод. семінару, Харків, 13-17 вересня 1998 р. – Х., 1998. – 148 с.
7. Науково-методичне забезпечення навчального процесу з топографії і картографії на факультетах університетів та в школах з поглибленим вивченням географії: Матеріали 4-го Міжнарод. наук.-метод. семінару, Харків, 14-17 вересня 1999 р. – Х., 1999. – 140 с.
8. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – К.: Антекс, 2000. – Вип. 1. – 208 с.
9. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – Вінниця: Антекс, 2001. – Вип. 2. – 240 с.
10. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії Збірник наукових праць. – Вінниця: Консоль, 2002. – Вип. 3. – 338 с.
11. Модернізація і реформування середньої, вищої і післядипломної географічної та картографічної освіти в країнах СНД: досвід, проблеми, перспективи: Матеріали 12-го Міжнарод. наук.-метод. семінару, Харків, 8-12 вересня 2003 р. – Вінниця: Антекс-У Лтд., 2003. – 376 с.
12. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії Збірник наукових праць. – Вінниця: Антекс-УЛТД, 2004. – Вип. 4. – 300 с.
13. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії Збірник наукових праць. – К: Інститут передових технологій, 2005. – Вип. 5. – 208 с.
14. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – К: Інститут передових технологій, 2006. – Вип. 6. – 240 с.
15. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – К: Інститут передових технологій, 2007. – Вип. 7. – 208 с.
16. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – К: Інститут передових технологій, 2008. – Вип. 8. – 324 с.
17. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – К: Інститут передових технологій, 2009. – Вип. 9. – 264 с.
18. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – К: Інститут передових технологій, 2009. – Вип. 10. – 248 с.
19. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2010. – Вип. 11. – 188 с.
20. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2010. – Вип. 12. – 216 с.
21. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2011. – Вип. 13. – 118 с.
22. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2011. – Вип. 14. – 128 с.
23. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2012. – Вип. 15. – 120 с.
24. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2012. – Вип. 16. – 138 с.
25. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2013. – Вип. 17. – 74 с.
26. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2013. – Вип. 18. – 186 с.
27. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2014. – Вип. 19. – 124 с.

- [illegible]

Наукове видання

**Проблеми
безперервної географічної освіти
і картографії**

Збірник наукових праць

Випуск 41

Українською та англійською мовами

Комп'ютерне верстання *О. С. Чистякова*

Макет обкладинки *О. С. Третьяков*

Формат 60x84/8. Обл. вид. 7,1. Ум. друк. арк. 5,68. Наклад 50 пр.

Видавець і виготовлювач

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна.

61022, Харків, майдан Свободи, 4,

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.09

Видавництво ХНУ імені В.Н. Каразіна